

MARCO AMBIENTAL

Biología Reptiles

Los cocodrilos de la costa Pacífico occidental (Michoacán, Colima y Jalisco) de México

Helios Hernández Hurtado*
Rafael García de Quevedo Machain*
Pablo S. Hernández Hurtado*

Resumen

En este capítulo se analiza la información publicada e inédita generada hasta diciembre de 2004 sobre el *Crocodylus acutus* Cuvier (1807), en la región de la costa Pacífico occidental de México. Para ello la información se organizó en cuatro temas: 1) Biología, abundancia y distribución de la especie. 2) Historia, protección y explotación. 3) Problemática y relación entre hombre y cocodrilo. 4) Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAS) y zoológicos como estrategia de conservación de cocodrilos. Con lo anterior se determina la situación de las poblaciones y la conservación en cautiverio de la especie en la región.

Palabras clave: *Crocodylus acutus*, ecología, población, vida silvestre y cautiverio.

Introducción

La información sobre los cocodrilos en México es escasa, destacan los trabajos llevados a cabo a principios de la década de los años setenta por Miguel Álvarez del Toro, Gustavo Casas-Andreu y Manuel Guzmán-Arroyo (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970; Álvarez del Toro, 1974; Álvarez del Toro y Sigler, 2001), estos investigadores realizaron los primeros estudios sobre cocodrilos mexicanos, gracias a la entusiasta participación y constante apoyo de los biólogos Enrique Beltrán y Juan Luis Cifuentes Lemus. En 1985 el biólogo Marco Lazcano, en San Cristóbal

de las Casas, Chiapas y 1987 el biólogo Gonzalo Pérez-Higareda en Veracruz, organizaron los primeros cursos sobre biología, conservación y manejo de cocodrilos en el país. Durante la década de los años noventa, gran número de investigadores se integró al trabajo sobre este prehistórico reptil, dando inicio a la recopilación de información en los estados de la república mexicana para los cuales no la había. En este contexto, los investigadores iniciaron el estudio del cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en la región que comprende los estados de Michoacán, Colima y Jalisco, con especial interés en la ecología de las poblaciones silvestres.

La regulación de la explotación y el comercio de los cocodrilos en México comenzaron en la década de los años treinta pero hasta los años setenta se formaron las instituciones internacionales para proteger y aprovechar de forma sustentable la biodiversidad mundial. Por otro lado, a pesar de la protección establecida por las leyes mexicanas e internacionales para *Crocodylus acutus*, sus poblaciones siguen disminuyendo como resultado, entre otras causas, de la fragmentación de su hábitat.

El presente trabajo es descriptivo y fue elaborado con información proveniente de revistas especializadas, tesis de licenciatura, notas en la prensa escrita, hablada y electrónica, además incluye entrevistas que los autores realizaron a lugareños donde habita la especie, para determinar la situación actual de las poblaciones de *Crocodylus acutus* en Michoacán, Colima y Jalisco, así como para realizar el censo de las unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) que operan con la especie y describir la problemática que presentan los cocodrilos, relacionada con las actividades pesqueras y urbanas en la zona costera de la región.

La información ha sido organizada en cuatro temas: 1) Biología, abundancia y distribución de la especie. 2) Historia, protección y explotación. 3) Pro-

* Departamento de Ciencias, Centro Universitario de la Costa, Campus Puerto Vallarta, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad de Guadalajara 203, Delegación Ixtapa, CP 48280, Puerto Vallarta, Jalisco. Tel: (322) 2262215, fax: (322) 2262200. Correo electrónico: helios@pv.udg.mx; hhh0474@hotmail.com; gquevedo@pv1.udg.mx

blemática y relación entre hombre y el cocodrilo. 4) Las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) y los zoológicos como estrategia de conservación de cocodrilos.

Biología, abundancia y distribución de la especie

En México se encuentran representadas tres especies, pertenecientes a las dos familias de cocodrilianos: *Crocodylus acutus* (cocodrilo de río) y *Crocodylus moreletii* (cocodrilo de pantano) de la familia Crocodylidae; y el *Caiman crocodilus chiapasius* (caimán) de la familia Alligatoridae. Las diferencias entre las especies son notables.

El cocodrilo de río presenta un hocico largo y estrecho, cuya longitud es de 1.75 a 2.5 veces su ancho basal, características por las cuales recibió el nombre de *C. acutus* que significa picudo o acusado. Su talla máxima es de siete metros, aunque es raro observar cocodrilos mayores a cuatro metros. Otros nombres que recibe *C. acutus* son: lagarto real, cocodrilo americano y caimán. En México se distribuye desde Sinaloa hasta Chiapas y en algunos sitios del estado de Quintana Roo; en este capítulo se describen los aspectos biológicos, ecológicos y la problemática hombre-cocodrilo, de esta especie en la región de Jalisco, Colima y Michoacán (Fig. 1a).

El cocodrilo de pantano presenta un hocico relativamente corto, cuya longitud es 1.5 a 1.7 veces el ancho basal y está redondeado en la punta. Al igual que sucede con otros miembros de la familia Crocodylidae, el cuarto diente mandibular es visible. Su talla máxima es de 3.5 m. El área de distribución en México comprende la costa del Golfo de México, la península de Yucatán y algunos ríos y pantanos de Chiapas (Fig. 1b).

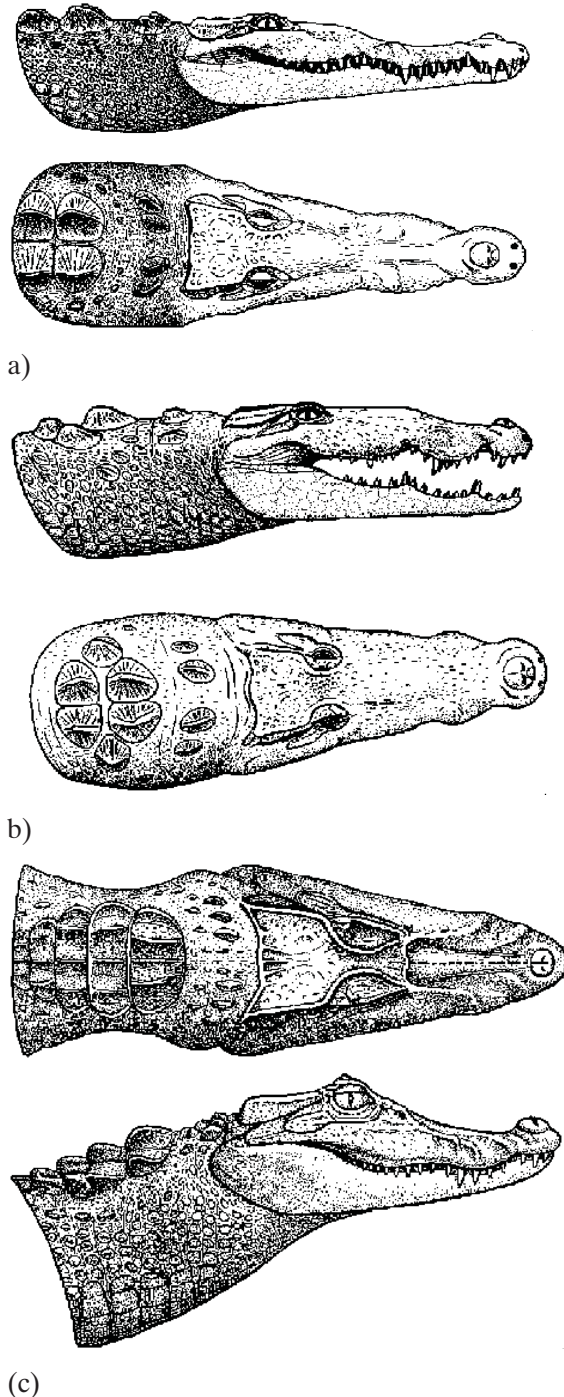
El caimán se distingue por su hocico corto y ancho que presenta un tabique óseo curvo transversal frente a los ojos; a diferencia de los representantes de las otras dos especies, cuando tiene el hocico cerrado solamente es posible observar los dientes superiores o maxilares y no se distingue el cuarto diente mandibular. Los párpados presentan una protuberancia dérmica. Su talla máxima es de 2.5 m y se distribuye en las zonas costeras del sur de Oaxaca y Chiapas (Fig. 1c).

Descripción de las clases de talla por edad

Las tallas de las crías al nacer oscilan entre los 25 a los 30 cm. Los cocodrilos cuyas edades son menores a

Figura 1

Esquemas de las tres especies de cocodrilos mexicanos



- a) *Crocodylus acutus* (cocodrilo de río), b) *Crocodylus moreletii* (cocodrilo de pantano), y c) *Caiman crocodilus chiapasius* (caimán). Fuente: BRITTON 1995-2003. <http://www.flmnh.ufl.edu/cnhc/cnhc.html>

seis meses y su talla oscila entre 25 y 40 cm se conocen como “neonatos”. Después de que han sobrevivido al primer invierno y tiene entre seis y 12 meses de edad (40-60 cm) se les denomina como “crías”. Los individuos mayores a dos metros son considerados adultos. Algunos autores los clasifican por su talla, en clases que abarcan intervalos de 60 cm, mientras que otros sólo utilizan tres clases: crías de 0.25 a 1.00 m de longitud, juveniles de 1.01 a 2.00 m y adultos, mayores a los dos metros.

Hábitat

En la región costera de Michoacán, Colima y Jalisco, el clima es cálido, subhúmedo con lluvias en verano y larga temporada seca, tipo Aw según la clasificación de Köppen, modificada por García (1988). La temperatura promedio anual es de 29 °C con oscilaciones de ± 4 °C (Rzedowski, 1978; García, 1988). La vegetación característica de la región es pastizal, bosque de manglar, bosque de galería, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, palmares y vegetación de dunas (Rzedowski, 1978). También el cocodrilo puede incursionar en cultivos de plátano, mango, limón, entre otros.

Crocodylus acutus habita en las zonas tropicales, en aguas continentales, dulces y salobres (Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Aunque esta especie se localiza principalmente en la costa, es ecológicamente adaptable, por lo que puede distribuirse hacia el interior del continente, siguiendo el curso de los ríos (Thorbjarnarson, 1989; Sigler, 1998). Individuos de esta especie han sido registrados a 1220 m de altitud, en el río Tehuantepec en el estado de Oaxaca (Thorbjarnarson 1989; Casas-Andreu y Reyna, 1994).

En la región de Jalisco y Colima, *C. acutus* tolera condiciones de salinidad variables entre 0 y 41‰ sin problemas, ya que es capaz de osmoregular mediante una piel gruesa, riñones que eliminan detritos nitrogenados y glándulas en la lengua que excretan sales (Mazzotti, 1992; Hernández *et al.*, 1998), por lo que ocasionalmente es posible encontrar cocodrilos jóvenes y adultos nadando en el mar, en la vecindad de las desembocaduras de los esteros de Boca Negra y Boca de Tomates (Puerto Vallarta, Jal.) y en el de Majahuas (Tomatlán, Jalisco).

El cocodrilo puede soportar las perturbaciones en su hábitat ocasionadas por el desarrollo urbano, turístico, agropecuario y pesquero, ya que vive en sitios como aeropuertos, puertos, canales de riego, ríos, lagunas de aguas residuales, ladrilleras, marinas turísticas, estanques de acuicultura, campos de golf y, en general, cuerpos de agua que el hombre usa como sitios recreativos durante el día.

Por otro lado, los cocodrilos tienen una importancia fundamental para los ecosistemas costeros porque fungen como los ingenieros hidráulicos de los humedales tropicales, ya que mediante su tránsito diario conservan canales de agua abiertos, lo que contribuye a mantener la biodiversidad en los pantanos y esteros. También cumplen el papel trófico como depredadores tope en el ecosistema.

Por otro lado, los organismos de *Crocodylus acutus* se distribuyen en un área determinada de acuerdo con su edad, de tal modo que la descripción del microhábitat es un indicador de la estructura de edades y la densidad de la población. Las crías y neonatos de *C. acutus* suelen habitar en las inmediaciones de su lugar de nacimiento durante varias semanas, aunque algunos pueden permanecer ahí por meses o años (Thorbjarnarson, 1989; Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Las crías prefieren estar dentro del agua, aunque se les puede observar asoleándose sobre las raíces del manglar y, muy rara vez, en alguna playa desprovista de vegetación. Después de la quinta semana los neonatos comienzan a dispersarse (Álvarez del Toro y Sigler, 2001); durante este periodo son más susceptibles a la depredación por gran variedad de animales como son: hormigas, cangrejos, pequeños mamíferos, aves, reptiles y fauna doméstica.

Algunos cocodrilos buscan refugio entre las oquedades de las rocas, bajo troncos caídos y en otros sitios semejantes. Los juveniles tienden a vivir en inmediata vecindad unos con otros, aunque no en forma gregaria, excepto cuando salen a tomar el sol. En esta edad son depredados por aves, reptiles grandes y felinos (Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Los autores de este texto han observado que los cocodrilos jóvenes pueden buscar refugio en tubos de drenaje y alcantarillas. En la zona de Puerto Vallarta, Jalisco, se han observado cocodrilos jóvenes que se desplazaron alrededor de dos kilómetros en 12 meses. Un caso notable fue el registro de un juvenil que siguió el curso del arroyo San Sebastián, que desemboca cerca de Puerto Vallarta, por lo que se le observó 25 km río arriba (Cupul *et al.*, 2001-2002).

Los adultos suelen habitar los grandes ríos, de allí su nombre común “cocodrilo de río” (Sigler, 1998). Durante una investigación realizada en 15 esteros de Michoacán, Navarro (1999) observó que la mayoría de los adultos se mantenía activa en el agua, lejos de la seguridad que proporciona la vegetación de manglar y de sitios donde podían esconderse. Por otro lado, también son los más tolerantes a la contaminación, Hernández *et al.* (2002) describieron el caso de dos cocodrilos, de 3.4 y 2.0 m de longitud total, respectivamente, que habitaban en pozos de ladrilleras en Puerto Vallarta, donde el agua estaba contaminada

por lixiviados del basurero municipal y los bordes estaban rellenos con basura y escombros.

Los adultos de *C. acutus* son capaces de construir cuevas que les sirven para soportar las variaciones de los factores ambientales, como la disminución en el nivel del agua y las temperaturas extremas. Estas oquedades generalmente son construidas en los bordes de los canales o lagunas, en sustratos reblandecidos por el agua. La entrada y el túnel principal, de forma ovoide irregular, desembocan en una cámara amplia, cuyo tamaño depende de la longitud del cocodrilo. Álvarez del Toro y Sigler (2001) describieron la cueva de un individuo de tres metros de largo, que medía 60 cm en la entrada y 5 m de largo; en estos socavones ellos observaron a un cocodrilo y a varias tortugas juntos.

Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo (1970) mencionaron que el diámetro interior de las cuevas era igual o ligeramente mayor a la longitud del animal, y sólo observaron un individuo por cavidad. David Montes (com. pers.)¹ menciona que las cuevas eran más grandes que el animal y que había suficiente espacio como para que el cocodrilo pudiera dar la vuelta y quedar con la cara hacia la entrada, así como un respiradero en la parte superior que permitía el ingreso de aire cuando la entrada quedaba por debajo del nivel del agua. Hernández *et al.* (1998) describieron la oquedad en la que vivía un organismo de 2.0 m de longitud, que tenía una profundidad de 3.0 m y en la boca 40 cm de ancho, en Bahía de Banderas (Jalisco-Nayarit).

En la UMA-Reptilario Cipactli, los autores de este trabajo observaron un organismo de tres metros de longitud, que excavó una cueva de siete metros de profundidad, 80 cm de diámetro de entrada y 4.0 m de diámetro al final de la cueva, en sustrato limo arcilloso; mientras que en el estero El Salado, de Puerto Vallarta, vigilaron a un organismo de 2.0 m de longitud que escarbó una cueva de tres metros de profundidad, con 40 cm de diámetro en la entrada y 1.5 m en el fondo; en estos dos casos se encontró un cocodrilo por cueva. En contraste, en julio de 2002, en el estero de la Manzanilla, Jalisco, registraron tres cuevas de cocodrilos adultos, en las que había varios individuos de diferentes edades. El sustrato de estas cavidades varió de limo arenoso a limo arcilloso. En dos de ellas la profundidad promedio fue de 6.0 m, el diámetro de entrada de un metro y el diámetro interior de cuatro metros. En esas dos cuevas se encontraron dos organismos adultos de aproximadamente tres metros de

longitud, mientras que en la entrada había hasta cinco cocodrilos juveniles de tallas entre 70 y 80 cm; en una de ellas se observó a una hembra con 13 crías, cuyo nido se ubicaba a 30 m de la cueva. En la tercera cueva se observaron dos cocodrilos de 4.0 y 3.0 m de longitud, respectivamente; la profundidad de la cueva era de ocho metros, con un diámetro de entrada de dos metros y un diámetro interior de cuatro metros. Todas las entradas estaban construidas con la intención de que quedaran bajo el nivel promedio del agua, pero se podían observar a simple vista por la escasez de lluvia en la región, sólo en dos cuevas se identificó el respiradero.

Reproducción

El comportamiento reproductivo consiste en el cortejo, la anidación, la eclosión y la emergencia de las crías del nido. El cortejo pasa por una serie de conductas que los organismos realizan antes de la cópula; en la región de Jalisco, Colima y Michoacán, comienza desde los primeros días de diciembre. Los cocodrilos forman grupos de cortejo; en algunos casos los machos se aparean con varias hembras, mientras que en otros, las hembras se mueven libremente entre los territorios de diferentes machos, apareándose con varios de ellos. En el río Cuitzmala, en la costa de Jalisco, los machos dominantes establecen territorios de cortejo cuya superficie puede medir entre 0.1 y 0.9 ha, mientras que la relación machos:hembras es de 1:3-5 (Casas-Andreu y Aguilar, 2002).

Los estudios realizados en México sobre el cortejo en *C. acutus* son escasos; Álvarez del Toro y Sigler (2001) observaron el cortejo en organismos salvajes y en cautiverio, en los esteros de La Manzanilla, Majahuas, laguna de San Juan, Boca Negra y Boca de Tomates, localizados en la costa de Jalisco y en la UMA-Reptilario Cipactli en Puerto Vallarta, y mencionan que los machos lanzan una serie de rugidos que se escuchan a una distancia considerable y que sostienen grandes luchas por las hembras y por el dominio de su territorio; asimismo, que el periodo de cortejo es de diciembre a marzo, aunque el mes en que se presenta la mayor actividad es febrero. Tanto en cautiverio como en vida silvestre se manifiesta por conductas como el golpeteo en el agua con la cabeza, la emisión de infrasonidos por el macho de forma tal que hace saltar el agua que rodea su dorso; los individuos de ambos sexos producen bufidos, nadan juntos y se rozan con la cabeza en diferentes partes del cuerpo. En esta época las parejas reproductoras suelen pasar juntas mucho tiempo. Para demostrar su fuerza y dominio de territorio, los machos inflan el cuerpo durante el nado para aparentar ser más gran-

1. David Montes-Cuevas (2001), Cocodrilario de Chacahua, Oaxaca. DGVS, SEMARNAT.

des y muestran el dorso, arquean el cuerpo de forma tal que sólo es posible ver la cabeza y la punta de la cola. El apareamiento se realiza en el agua y dura 15 minutos aproximadamente.

La temporada de anidación de *C. acutus* en México es entre marzo y mayo, aunque puede iniciar desde febrero. La hembra custodia el nido y asiste a las crías cuando nacen. Las eclosiones ocurren de junio a agosto al inicio de la temporada de lluvias y antes de las grandes crecidas que se presentan de agosto a octubre en la costa del Pacífico (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970; Thorbjarnarson, 1989; Martínez, 1991; Álvarez de Toro y Sigler, 2001).

El nido es un hueco que hace la hembra en el suelo de forma diagonal, con respecto a su cuerpo; excava en casi cualquier tipo de sustrato: arenoso, limo arenoso, limo arcilloso, grava, sustratos con vegetación, suelos pedregosos, incluso en material de relleno para los caminos y carreteras. De acuerdo con Casas-Andreu (2003), se ha registrado que el diámetro de la cama del nido es de entre 0.89 a 2.0 m, con profundidades que van de 17 a 68 cm y el diámetro del nido de 25 a 76 cm. En poblaciones silvestres la distancia al agua, la altura sobre el agua, el pH, la humedad del suelo, la cobertura y altura de la vegetación determinan el éxito de la nidada y la supervivencia de las crías (Casas-Andreu, 2003).

La cantidad y el tamaño de los huevos depositados dependen de las características físicas y fisiológicas de las hembras, tales como edad, estadio de madurez, talla, alimentación, estrés ambiental y competencia con otros cocodrilos por el espacio. En México se han registrado nidadas de entre nueve y 60 huevos (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970 y Casas-Andreu, 2003). Romero² (com. pers.) menciona que en el cocodrilario de la Palma en San Blas, Nayarit, llegaron a registrar nidos de hasta 80 huevos en las temporadas 2002 y 2003. Para el tamaño de los huevos se han registrado diferencias que oscilan entre 69 a 80 mm de longitud por 43 a 53 mm de ancho (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970; Thorbjarnarson, 1989; Álvarez de Toro y Sigler, 2001; Casas-Andreu, 2003).

La incubación varía entre 75 y 90 días con temperaturas que oscilan de 28 a 34 °C, con una media de 30.9 °C. Como en otras especies de reptiles, la diferenciación sexual depende de la temperatura, aunque en este caso las temperaturas altas y bajas producen 100% de hembras, entre 32–33 °C machos y entre 31–

32 °C se obtiene 50% de cada sexo (Thorbjarnarson, 1989; Lang, 1992; Álvarez de Toro y Sigler, 2001; Casas-Andreu, 2003).

Alimentación y crecimiento

Los neonatos de cocodrilos silvestres comen insectos acuáticos y terrestres, mientras que los juveniles, invertebrados acuáticos (caracoles, camarones, insectos, etc.), peces, ranas, tortugas, aves y pequeños mamíferos. Los adultos se alimentan de peces en mayor proporción, aunque también cazan aves y mamíferos grandes, cangrejos, otros reptiles (Álvarez del Toro y Sigler, 2001) e incluso animales domésticos, como gallinas, cerdos, gatos y perros, por lo que estos últimos eran utilizados como cebo por los cazadores. Los cocodrilos en cautiverio se alimentan con dietas a base de carne de pescado, res y pollo; no obstante, en el reptilario Cipactli se ha visto que son capaces de cazar, ya que cualquier animal silvestre que entra a los acuaterrarios se convierte en su presa.

El crecimiento en longitud y peso depende de la cantidad y la calidad del alimento, la temperatura ambiental, la humedad y del proceso de incubación. Hernández (2002) menciona que la temperatura es un factor determinante en el crecimiento, ya que por debajo de los 24 °C las crías disminuyen su ingesta hasta en 80%, mientras que cuando llega a los 35 °C dejan de comer; la temperatura óptima para ingerir alimento se encuentra entre los 30° y 32 °C.

Las tasas de crecimiento registradas de *C. acutus* menores a un metro (Tabla 1), mantenidos en cautiverio en Jalisco y Nayarit, son similares a las reportadas por Álvarez del Toro y Sigler (2001), aunque menores a las registradas en Florida por Thorbjarnarson (1989). Por otro lado, la tasa de crecimiento diario promedio de 53 ejemplares estudiados por Cupul (2002) fue de 0.674 milímetros por día y la longitud total asintótica, de 5.4 metros. Cabe mencionar que en trabajos de crecimiento y predicción sobre la edad (talla-peso), se requiere contar con mayor número de datos de organismos silvestres y en cautiverio para que la información sea confiable. Los autores de este trabajo están desarrollando investigaciones en este sentido.

Ecología de poblaciones

El estudio de las poblaciones animales se circunscribe a la rama de Ecología de poblaciones, que investiga las causas de la abundancia y la distribución de las especies. Esta información permite diseñar las estrategias de conservación y aprovechamiento de la especie (Hernández *et al.*, 1998). La evaluación de la densi-

2. José de Jesús Romero-Villaruel (2003), Cocodrilario La Palma, Nayarit. DGVS, SEMARNAT.

Tabla 1
Tasas de crecimiento reportadas en Jalisco y otras regiones de México y América

Lugar	Tasa(s)	Autores	Observaciones
Jalisco, México	1.71 cm·mes ⁻¹ con 75.30 g·mes ⁻¹	Hernández (2002)	Cautiverio
Nayarit, México	3.78 cm·mes ⁻¹ con 202.8 g·mes ⁻¹	Hernández (1997)	Cautiverio
Costa Rica	1.17 cm·mes ⁻¹ con 33.68 g·mes ⁻¹	Piedra <i>et al.</i> (1996)	Cautiverio
Manzanillo, Cuba	92.58 g·mes ⁻¹	Benavides y Fonseca (1999)	Cautiverio
Chiapas, México	4.00, 1.29, 0.77 y 1.68 cm·mes ⁻¹	Álvarez del Toro. y Sigler (2001)	Silvestres
Florida, EU.	6.42 y 3.36 cm·mes ⁻¹	Thorbjarnarson (1989)	Silvestres

dad de las poblaciones y de la estructura de tallas se realiza mediante avistamientos nocturnos o diurnos, aunque son más efectivos los nocturnos. El método aplicado en estas evaluaciones consiste en observar el reflejo de los ojos de los cocodrilos y mediante el cálculo de la separación entre ambos ojos o de la distancia entre el ojo y el morro del hocico, se estima la talla del animal. El reflejo de los ojos se debe a un pigmento localizado en el fondo del globo ocular llamado *tapetum lucidum*. Los cocodrilos son contabilizados por kilómetro lineal, lo que permite obtener un índice de densidad relativa que se expresa en cocodrilos·km⁻¹. Por otro lado, el número de nidos permite cuantificar a las hembras reproductoras.

Los programas de marcado permiten describir el crecimiento, la dispersión y el uso del hábitat. Las poblaciones de cocodrilos están segregadas en sus áreas de distribución, en zonas de crianza o guarde-

ría, reproducción, alimentación y nuevos territorios de reclutas maduros. Es importante mencionar que factores como la temperatura, la disponibilidad de agua, playas, alimento y zonas para anidar en un área determinada, influyen en el número de organismos observados.

Poblaciones de cocodrilos en el estado de Michoacán

Cedeño (1995) realizó un recorrido por 22 cuerpos de agua distribuidos a lo largo de toda la costa michoacana y registró cocodrilos en siete esteros en los municipios de Coahuayana, Aquila y Lázaro Cárdenas, en los que observó un total de 121 cocodrilos, de los cuales 12.1% era adulto, 5.6% subadulto, 69.2% juvenil y 13.1% cría (Tabla 2).

Navarro (1999) muestreó en 15 cuerpos de agua en la costa centro y sur de Michoacán y observó co-

Tabla 2
Crocodylus acutus en la costa de Michoacán. (Fuente: Cedeño, 1995 y Navarro, 1999)

Localidad y fuente	Cocodrilos observados. (núm.)	Densidad media (ind·ha ⁻¹)	Nidos (núm.)	Crías (núm.)
<i>Cedeño (1995)</i>				
Estero los Tules	50	-	4	14
Laguna de Mezcala	4	-	---	---
Laguna Colorada	1	-	3	---
Estero de Chucutitán	1	-	---	---
Estero Playa Azul	14	-	---	---
Estero El Pichi	12	-	---	---
Estero Santa Ana	39	-	---	---
Total	121	-	7	14
<i>Navarro (1999)</i>				
Mata de Carrizo	63	1/0.54	---	---
El Pichi	26	1/0.68	---	210
Santa Ana	23	1/0.87	---	---
El Chico	18	1/0.38	---	---
Tupitina	18	1/0.52	---	---
Mexiquillo	7	1/0.88	---	---
Playa Azul	5	1/6.30	---	---
La Huerta	4	1/0.86	---	---
Barra del Tigre	3	1/0.60	---	---
Las Calabazas	3	1/2.17	---	---
Chucutitán	2	1/5.62	---	---
Puente de la Vía	2	1/0.40	---	---
Solera de Agua	1	1/5.40	---	---
Río Teolán	0	---	---	---
Río Nexpa	0	---	---	---
Total	175	---	0	210

cocodrilos en 13 de ellos; mencionó que sólo cuatro mostraron potencial para mantener y conservar sus poblaciones. En recorridos diurnos y nocturnos, estimó un total de 175 cocodrilos. La proporción que correspondió a cada clase de edad fue de 42.7% adultos, 17.7% subadultos, 20.8% juveniles y 2.8% crías.

Los datos anteriores sugieren que la población de cocodrilos en el estado de Michoacán no supera los 200 organismos, sin contabilizar a las crías, lo que muestra que las áreas han sido fuertemente afectadas de manera negativa por el desarrollo humano (agropecuario, pesquero y urbano) y la explotación a la que estuvieron sujetos en décadas anteriores por la piel. Sin embargo, es factible llevar a cabo proyectos de conservación y restauración de hábitat para un futuro aprovechamiento como lo muestran los trabajos realizados por Cedeño (1995) y Navarro (1999).

Poblaciones de cocodrilos en el estado de Colima

Álvarez del Toro (1974) menciona que a mediados de la década de los años treinta, *C. acutus* era común en el estado de Colima, principalmente en el río Armería, Boca de Pascuales y la Laguna de Cuyutlán. Castillo (1996, 1997) estimó el tamaño de las poblaciones de los cuerpos de agua El Potrero y Amela. En el primero de ellos, situado en las inmediaciones del Aeropuerto Internacional de Manzanillo, calculó una población de 700 organismos, aunque en una noche pudo observar hasta 410 individuos de diversas tallas; contabilizó 10 nidos activos y detectó que predominaron los cocodrilos sub-adultos, debido a la extracción ilegal de los organismos grandes. En la laguna de Amela estimó un tamaño de población de 1 153 organismos, con una densidad de 45 cocodrilos por kilómetro. La población estaba representada por sub-adultos y adultos, e incluso observó un animal de aproximadamente 5.4 m de longitud. La proporción correspondiente a los juveniles fue menor en los sitios con actividad humana. El autor contabilizó siete nidos activos.

Por otro lado, investigadores del Centro Ecológico Cuyutlán, El Tortugario, y de la Universidad de Colima, han realizado estudios desde el verano de 2003 en el área denominada Estero Palo Verde, situada en el último vaso de la laguna de Cuyutlán y cerca del río Armería, en donde se han detectado varios nidos, así como organismos de todas las tallas incluyendo crías; la población estimada en 13 km fue de 120 cocodrilos con una densidad de 2.4 cocodrilos km⁻¹ (Rivera, com. pers.³).

En los estudios realizados hasta el año 2004 en el estado de Colima, se observó que las poblaciones eran grandes y con una estructura de edades bien definida; sólo la suma de las poblaciones de la laguna de Amela y el estero el Potrero era de 1 853 organismos. Estas poblaciones son un reservorio genético adecuado, que permite planear estrategias para la extracción regulada (denominada *rancheo*) en la zona.

Poblaciones de cocodrilos en el estado de Jalisco

Álvarez del Toro y Sigler (2001) mencionaron que los cocodrilos en Jalisco eran abundantes a principios del siglo xx, pero que posteriormente las poblaciones menguaron como resultado de la demanda de su piel. Durante 1988 y 1989, Casas-Andreu *et al.* (1990) realizaron muestreos en 22 cuerpos de agua y detectaron cocodrilos en 21 de ellos. Los autores estimaron que la abundancia de la población era de 260 organismos, aunque en el río Cuitzmala registraron 200 individuos.

Hay reportes (*e.g.* Valtierra, 2001) de la zona del río Cuitzmala, incluida en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala (RBChCx), que muestran las fluctuaciones poblacionales de los cocodrilos desde 1988, que sugieren que en los últimos 13 años se ha incorporado mayor número de hembras en edad reproductiva. Sin embargo, la población está en un punto en el que el esfuerzo reproductivo es considerable y el reclutamiento de individuos muy bajo, ya que cada año la pérdida de nidos por depredación natural es alta, al igual que la mortalidad de crías durante los primeros meses de edad.

La época de anidación comienza a finales de abril y se prolonga hasta mediados de mayo; la eclosión de nidos es más abundante en julio. El número promedio de nidos encontrados en los últimos cinco años es de 32, con un máximo de 39. Asimismo, hay registros biométricos de 400 crías y 80 juveniles, lo que permitirá estimar la tasa de crecimiento, la sobrevivencia y la dispersión (Valtierra, 2001).

Ponce y Huerta (1996) reportaron algunos avisamientos en cinco localidades de la costa de Jalisco. Contabilizaron un total de 141 organismos en 1994 y de 84 individuos en 1995, de los cuales 34 fueron adultos en 1994 y siete en 1995.

Hernández *et al.* (1998) calcularon el tamaño de las poblaciones de cocodrilos en 1997 en tres esteros de Puerto Vallarta. En El Salado (área natural protegida) estimaron que había 11 cocodrilos adultos, mientras que en Boca de Tomates y Boca Negra, 42 cocodrilos adultos y 40 crías. En el primer cuerpo de agua sólo encontraron adultos, si bien en los otros dos observaron individuos de todas las tallas y registraron dos nidos.

3. María Cruz Rivera-Rodríguez, Directora del Centro Ecológico de Cuyutlán El Tortugario.

Durante el año 2003 los autores de este texto registraron en El Salado, 12 organismos, un nido activo y 16 neonatos; se estimó el índice de densidad relativa en dos cocodrilos km^{-1} . Durante el periodo comprendido entre 1997 y 2003 los cocodrilos adultos encontraron condiciones para reproducirse, lo que garantiza su permanencia en el área.

En un recorrido por cinco localidades de la costa de Jalisco, Ross (2000) observó 155 cocodrilos jóvenes y adultos, pero sólo en dos de ellas, ubicadas en las inmediaciones de Puerto Vallarta, encontró dos nidos y 25 crías. Hernández *et al.* (2001) reportaron el tamaño de población de dos esteros en la costa de Jalisco. Así, en el estero de Boca Negra en Puerto Vallarta registraron 95 animales, incluyendo a las crías, y un índice de densidad relativa de 51 cocodrilos $\cdot \text{km}^{-1}$, mientras que en el estero de la Manzanilla estimaron una abundancia poblacional de 130 animales, sin descartar a las crías, por lo que el índice de densidad relativa fue de 76 cocodrilos $\cdot \text{km}^{-1}$; todas las tallas estuvieron bien representadas en los dos cuerpos de

agua. Por otro lado, contabilizaron dos nidos en Boca Negra y cuatro en La Manzanilla. Cupul *et al.* (2002) estimaron el tamaño de población del estero de Boca Negra en 89 cocodrilos, pero sin las crías este número se redujo a 27; el índice de densidad relativa fue de 51 cocodrilos $\cdot \text{km}^{-1}$, y sin las crías, de 18 cocodrilos $\cdot \text{km}^{-1}$. Cupul *et al.* (2003) estimaron el tamaño de población para los esteros de Boca Negra y Boca de Tomates con un máximo de abundancia de 47 individuos.

Los estudios realizados en siete cuerpos de agua de la costa de Jalisco sugieren que la población está formada por un número variable entre 800 y 900 cocodrilos y aproximadamente 50 nidos activos (Tabla 3); no obstante, aún falta información de 14 humedales más, por lo que debe crearse una estrategia que permita manejar a la especie en el largo plazo. Cabe destacar que ha habido considerables avances en los últimos 13 años, sobre todo en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala y en los esteros de Puerto Vallarta.

Tabla 3
Censos de *Crocodylus acutus* de 1988 al 2001 en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala y en la costa de Jalisco

Autor	Localidad	Año del censo	Población total (núm.)	Tasa de encuentro ($\text{ind} \cdot \text{km}^{-1}$)
Casas-Andreu y Méndez (1992)	Chamela-Cuixmala	1988	169	29.3
Casas-Andreu y Méndez (1992)	---	1989	64	12.3
Lazcano (1989)	---	1989	31	---
De Luna (1995)	---	1992-1993	356-146	---
Valtierra y García (1997)	---	1992, 1993	350	---
Valtierra y García (1997)	---	1997	450	---
Thorbjarnarson (1998)	---	1998	500-600	14.0
Valtierra (2001)	---	2001	500-600	---
Autor	Localidad	Año del censo	Adultos (núm.)	Cocodrilos observados (núm.)
Ponce y Huerta (1996)	Laguna del Tule	1994	3---0	10---0
Ponce y Huerta (1996)	La Manzanilla	1994	23--0	62---0
Ponce y Huerta (1996)		1995	0---5	0---16
Ross (2000)		2000	0	30
Hernández <i>et al.</i> (2001)		2001	22	76
Ponce y Huerta (1996)	Majahuas	1994	0	20---0
Ponce y Huerta (1996)		1995	0	0---33
Ross (2000)		2000	0	25
Ponce y Huerta (1996)	Boca de Tomates/B. Negra	1994	4---0	36---0
Ponce y Huerta (1996)		1995	0---2	0---35
Hernández <i>et al.</i> (1998)		1997	9	82
Ross (2000)		2000	0	15
Hernández <i>et al.</i> (2001)		2001	7	51
Cupul <i>et al.</i> (2002)		2002	0	51
Cupul <i>et al.</i> (2003)		2003	0	47
Ponce y Huerta (1996)	El Salado	1993	4---0	13---0
Hernández <i>et al.</i> (1998)		1997	11	11
Ross (2000)		2000	0	20
Autores de esta tabla		2003	0	12

Historia, protección y explotación de los cocodrilos en México

Los cocodrilos fueron considerados como deidades entre las culturas prehispánicas de México y formaban parte de su cosmovisión (Martín del Campo, 1937). El cocodrilo (*Crocodylus* spp.) era el primero de los signos del calendario ritual de los nahuas (*Cipactli*); el nombre que se les daba a los cocodrilos era *Acuezpalli*, que significa lagartija de agua. Los mayas conocían a los cocodrilos como *Itzam Cab Ain*, que significa lagarto-cocodrilo terrestre o dragón-cocodrilo terrestre.⁴

El conocimiento sobre los cocodrilos entre los siglos XVI y XIX se debe a frailes (entre ellos fray Toribio y fray Plinio) y naturalistas (como Alexander von Humboldt y Alfredo A. Dugés), obtenido en exploraciones en los ríos y esteros (Trabulse, 1984), y era referente a la descripción biológica, taxonómica y del hábitat de las especies. No obstante, una vez que se reportó la presencia de los cocodrilos, todos los esfuerzos se enfocaron a su explotación, de modo que hasta hace algunos años existía una actividad económica de relativa importancia, producto del aprovechamiento de su piel, principalmente en los estados costeros de Campeche, Colima, Chiapas, Jalisco, Nayarit, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. Sin embargo, esta actividad decayó debido al decremento de las poblaciones silvestres, causado por el deficiente manejo, la falta de regulación, la poca vigilancia y la sobreexplotación (INE-SEMARNAP, 1997).

En 1968 el Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables (IMRNR) y el Instituto de Ciencias Naturales de Chiapas obtuvieron un donativo del World Wildlife Fund (WWF), lo que dio inicio las actividades de investigaciones sobre *Crocodylus moreletii* en el Parque Zoológico de Chiapas, ya que esta especie era la que se encontraba en situación más crítica. A su vez, el mismo IMRNR y la Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, planearon una investigación sobre la restauración en la escala comercial de las poblaciones de cocodrilos, y experimentaron sobre su propagación en cautiverio, lo que dio origen a los primeros estudios sistemáticos (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970) sobre las tres especies que habitan en México. A partir de esos trabajos se escribieron dos libros *Estado actual de las investigaciones*

sobre cocodrilos mexicanos (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970) y *Los crocodylia de México* (Álvarez del Toro, 1974).

Desde el año de 1934, el gobierno Mexicano declaró la veda para captura de cocodrilos en varios estados del país, pero fue hasta 1970, cuando se decretó la veda total y permanente para las tres especies. A partir de la década de los años setenta se iniciaron los programas de conservación y reproducción, y durante los ochenta se estimuló el establecimiento de criaderos intensivos con fines comerciales para regular la explotación del recurso (INE-SEMARNAP, 1997).

Explotación histórica

En México la explotación del cocodrilo fue intensa durante las primeras décadas del siglo XX en toda la costa mexicana. En el litoral centro-occidente se destacó la producción de Jalisco y Colima, aunque en la costa de Michoacán todavía se relata sobre la caza del lagarto o caimán. En los tres estados aún hay curtidores que se dedicaron a trabajar la piel del *C. acutus*. Aunque no se cuenta con datos precisos, se sabe que por muchos años la piel de cocodrilo proveniente de Manzanillo, Colima, sostuvo el mercado en Guadalajara, Jalisco y León, Guanajuato. Por otro lado, a principio del siglo, las pieles de cocodrilos cazados en la Bahía de Banderas, Jalisco, y Nayarit, eran exportadas a Estados Unidos y Alemania (Casas-Andreu y Guzmán-Arroyo, 1970; Álvarez del Toro y Sigler, 2001; Rodríguez, 1996; INE-SEMARNAP, 1997).

Actualmente existe un amplio mercado para los productos. La piel continúa teniendo gran demanda en la industria peletera internacional para la elaboración de un sinnúmero de objetos, mientras que su carne es un platillo muy apreciado en algunos países (INE-SEMARNAP, 1997). *C. moreletii* es una especie que se adapta bien al cautiverio, con pocos requerimientos para su producción (Álvarez del Toro y Sigler, 2001), y puesto que su piel es muy valiosa, es el cocodrilo mexicano con mayor valor económico.

C. acutus también ha sido perseguido por su piel, y aunque es de menor calidad que la del cocodrilo de pantano, es mejor que la de otros cocodrilos que se explotan económicamente en el mundo; no obstante, es necesario crear estrategias que permitan aprovecharlo ya que es la especie menos investigada.

Una forma de proteger este recurso es involucrar a todos los sectores, principalmente a los habitantes de las zonas con cocodrilos, ya que si ellos ven que es redituable, serán los primeros en protegerlo y conservarlo para su futura explotación.

4. Información obtenida en las páginas web de la CONACULTA <http://www.cnca.gob.mx/mayach/03.html> y <http://www.conaculta.gob.mx/templomayor>

Protección y estatus legal

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (DOF, 2002), protege a todos los cocodrilianos mexicanos y los considera como especies *Sujetas a Protección Especial*; esto indica que su aprovechamiento está limitado por lo reducido de sus poblaciones, la distribución geográfica es restringida o para propiciar su recuperación y conservación, así como la de especies asociadas.

En el contexto internacional, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), los considera dentro del Apéndice I, lo que indica que se prohíbe el comercio internacional, salvo si se efectúa con fines no comerciales (alrededor de 510 animales por año). La Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), considera a la especie como “Vulnerable (VU A1 ac)”, es decir, el taxón que no está en peligro crítico, pero cuya probabilidad de extinción es elevada en el mediano plazo debido a una reducción de la población de la especie de 20% en tres generaciones, comprobado por observación directa de la población y por la reducción, fragmentación o declinación en la calidad del hábitat (IUCN,⁵ 2004).

El Programa 1997-2000 de Conservación para la Vida Silvestre y Diversificación Productiva del Sector Rural elaborado por la SEMARNAP, considera prioritaria la conservación de la especie *C. acutus*. En este programa, el 24 de septiembre de 1999, quedó constituido oficialmente el Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM), que agrupa a diferentes sectores académicos, gubernamentales, privados y organizaciones no gubernamentales. Hasta el año 2004 se habían llevado a cabo seis reuniones nacionales (INE-SEMARNAP, 1999).

Problemática y relación entre el hombre y el cocodrilo

Fragmentación de hábitat

Desde hace 200 millones de años los cocodrilianos habitan la faz de la tierra, pero sólo en los últimos dos siglos el hombre ha acabado con grandes extensiones de lo que solía ser su hábitat. El ambiente de los cocodrilos en la región de Jalisco, Colima y Michoacán ha sido fragmentado como resultado del desarrollo urbano, agropecuario, acuícola y de la pesca ribere-

ña. Sin embargo, como estos organismos tienen la capacidad de sobrevivir en áreas modificadas, se ha podido observar algunos de ellos en campos de golf y en las áreas aledañas a las pistas de aeropuertos en Manzanillo y Puerto Vallarta, así como en lagos artificiales y charcos que se forman durante la temporada de lluvias e inundaciones. Los cocodrilos también pueden habitar en sitios modificados o contaminados por aguas residuales y basura, tal es el caso de las ladrilleras en Puerto Vallarta donde, de acuerdo con los conteos que los autores de este documento realizaron entre 1997 y 2003, existían 13 cocodrilos entre jóvenes y adultos. Debido a que el hombre ha colonizado estas áreas, ahora tiene que coexistir con el cocodrilo, lo cual no siempre resulta conveniente para ambos.

Los ataques de cocodrilos a humanos, registrados por los autores entre 1993 y 2004, en Jalisco fueron: cuatro en Puerto Vallarta, uno en la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala, uno en Boca de Iguanas y dos en Tomatlán. En Michoacán se reportó uno en el estero Santa Ana. Ninguno de estos ataques fue fatal y sólo en un caso hubo lesiones graves. Por otro lado, se registraron seis ataques de cocodrilos a fauna doméstica.

En comparación, los registros de ataques de humanos a cocodrilos fueron los siguientes: 12 cocodrilos lastimados en Puerto Vallarta y 41 muertos, de los cuales uno fue cazado en Tomatlán y el resto en la Manzanilla. En 2003, los autores de este texto detectaron dos cocodrilos atropellados en la vecindad de las ladrilleras de Puerto Vallarta, de 1.7 m y 2 m de longitud, respectivamente. También es usual que cuando son pequeños se les capture para mantenerlos como mascotas, o para el tráfico ilegal: Posteriormente, cuando crecen, se constituyen en un problema para sus poseedores y su vecindario.

No obstante, es posible coexistir en armonía con ellos, como es el caso de los habitantes de La Manzanilla, municipio de la Huerta, Jalisco, donde los miembros de la Cooperativa Ecoturística Cipactli, realizan recorridos turísticos y explican la ecología de los cocodrilos.

El COMACROM (2001), propone las siguientes estrategias para solucionar la problemática entre hombre y cocodrilo:

- Generar información que se difunda por medio de trípticos o folletos sobre la biología, el comportamiento y la importancia de estos animales.
- Colocar en los lugares adecuados, letreros y señalizaciones con información preventiva que advierta a las personas sobre la presencia de animales peligrosos.
- Realizar prácticas de divulgación, como pláticas, videos, programas de radio y televisión. La au-

5. IUCN Red List of Threatened Species <http://www.redlist.org>

diencia más importante la conforman los niños de los lugares aledaños a zonas habitadas por cocodrilos.

Acuicultura y Pesquerías.

La pesquería ribereña está directamente relacionada con los cocodrilos, ya que algunos artes de pesca, como las redes agalleras, las redes fijas (conocidas comúnmente como *tapos*), los corrales y los copos, capturan incidentalmente crías y juveniles, que se ahogan al no poder escapar (Martínez *et al.*, 1997). Por otro lado, los cocodrilos jóvenes y adultos rompen estos artes cuando se alimentan, lo que genera una situación de conflicto entre pescadores y estos reptiles.

Los sitios donde los pescadores utilizan la atarraya también son zonas de alimentación de cocodrilos de todas las tallas, por lo que es frecuente que los animales que quedan temporalmente atrapados las destrocen. Algunas veces, los cocodrilos jóvenes son confundidos con peces grandes como róbalo y pargos en los estuarios, cuando se pesca con arpón.

Las granjas de acuicultura en la región cultivan invertebrados (camarón y langostino) y peces (tilapias y bagres), por lo que cocodrilos de todas las tallas acuden a ellas para alimentarse, lo que ocasiona grandes pérdidas. Varios cocodrilos pueden acabar con la producción de los estanques en pocas semanas. La mella económica es muy alta si se considera que una colonia de reproductores de tilapia (tres hembras y un macho) importados, tiene un costo que oscila entre los 200 y 350 dólares, y aún más, si está compuesta por organismos genéticamente modificados, en cuyo caso pudiera alcanzar los 1 000 dólares. En función del número de organismos consumidos, el costo puede variar entre 12 mil y 90 mil pesos por ataque (Campos-Arciniega,⁶ com. pers.).

En los cultivos que utilizan jaulas flotantes para la engorda de tilapia, los cocodrilos las destruyen y con ello causan pérdidas en infraestructura, además de las ocasionadas al consumir el producto que se encuentra en su interior, o por la fuga de los peces (Hernández-Díaz,⁷ com. pers.). El costo de una jaula flotante, que varía según las dimensiones y el material de construcción, entre \$6 000 y \$65 000, pudiera ser un motivo para la matanza de cocodrilos de todas las edades. Castillo (2001) reportó que en la laguna de Amela, Colima, hubo una extracción de 100 a 130

cocodrilos en un periodo de 15 meses, entre 1998 y 1999, con tallas entre 1.8 y 2.5 m, como consecuencia de dos ataques por parte de los cocodrilos a las jaulas flotantes de una granja de peces.

En el caso de las granjas de camarón y langostino de la zona, los productores señalan a los cocodrilos como consumidores de los organismos en cultivo; sin embargo, este daño no ha sido cuantificado. El costo de un kilo de langostinos o de camarón a pie de granja es de aproximadamente 65 pesos (MN), y un cocodrilo adulto puede consumir hasta cuatro kilogramos por día; lo que significaría, dependiendo del número de individuos involucrados, entre 300 y 800 pesos por ataque.

Por el contrario, Cifuentes-Lemus *et al.* (1999) mencionan que la acuicultura, además de contribuir al aumento de las poblaciones acuáticas, puede servir para ayudar a conservar las especies que, por haber estado expuestas a una excesiva explotación, se hallan en peligro de extinción, como es el caso de los cocodrilos mexicanos. Por ello se plantea que la mejor solución para evitar la extinción de estas especies es su crianza por el humano.

Introducción de otras especie de cocodrilianos en áreas silvestres

La mayoría de los criaderos de cocodrilianos en México está enfocada a *Crocodylus moreletii*, lo que ha propiciado que ésta especie se introduzca en cualquier parte del país con algunas consecuencias negativas, como la dispersión de parásitos, el desplazamiento de especies nativas, la pérdida genética por hibridación y la modificación en la cadena trófica. Un reordenamiento en las disposiciones para el establecimiento de nuevos criaderos debe considerar el mantenerlos dentro de su área de distribución natural, ya que hay suficientes reportes de cocodrilos de pantano que sobreviven en buenas condiciones de salud individualmente o como pequeños grupos (Álvarez del Toro y Sigler, 2001).

En los estados de Colima y Michoacán el COMACROM (2001) reporta que en la UMA de Alcozahué, Colima, se mantienen ejemplares de *C. moreletii* en simpatria con *C. acutus*. y que la situación generó una problemática ambiental, ya que se observaron 40 nidos de *C. moreletii*, por lo que se formó un grupo de trabajo para atender esta situación; las acciones realizadas consideran las perspectivas social, política, legal, económica y ambiental. Investigadores del CET-MAR de Lázaro Cárdenas acudieron a los esteros cercanos a esa ciudad de Michoacán, ya que se detectaron algunos ejemplares de *C. moreletii*; cabe mencionar que el genuino interés por proteger a los

6. Joaquín Campos-Arciniega. Director del Centro Acuícola de Potrero Grande, Col. CONAPESCA/SAGARPA.

7. Arnulfo Hernández-Díaz. Director del DEDSZC de la UdeG, Melaque, Jal.

cocodrilos de la zona y por la recuperación de la especie introducida, animó a esta institución educativa a conformar una UMA dentro de sus instalaciones.

Las unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS), y los zoológicos como estrategia de conservación de cocodrilos

El Programa de Conservación de la Vida Silvestre y la Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000, proporciona los argumentos técnicos y administrativos necesarios para manejar el hábitat mediante la creación de unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), cuyo objetivo es desarrollar planes de manejo enfocados al mejoramiento de los ecosistemas para favorecer la conservación y el aprovechamiento de las especies que en ellos habitan (INE-SEMARNAP, 1997).

El gobierno federal integró todos los criaderos, zoológicos, exhibiciones particulares y públicas que cuenten con cocodrilos en cautividad en esta categoría, y los clasificó como UMAS intensivas.

Las UMAS donde se reproducen cocodrilos en condiciones controladas permiten la obtención de datos biológicos y el seguimiento de sus actividades productivas y de conservación. En la *tabla 4* se describen las UMAS que mantienen cocodrilos en cautividad en los tres estados del Pacífico occidental mexicano.

En Michoacán hay dos zoológicos con cocodrilos y se han creado cuatro UMAS intensivas en los últimos seis años. Por otro lado, la Universidad Michoacana está llevando a cabo un proyecto de conservación de cocodrilos en humedales costeros de la costa en Coahuayana, relacionado con el establecimiento de una UMA extensiva con fines ecoturísticos y de crianza para repoblación de otras áreas (COMACROM, 2001).

En el estado de Colima hay tres UMAS y un zoológico con ejemplares de cocodrilos, aunque sólo una UMA ha realizado estudios para la comercialización y la explotación de las poblaciones silvestres (ranqueo). En el estado de Jalisco hay tres UMAS y tres zoológicos que mantienen a la especie. Destacan los trabajos realizados en la UMA-Reptilario Cipactli, ya que han contribuido a la investigación de *C. acutus*, sobre aspectos de reproducción en cautiverio, etología reproductiva, crecimiento, dietas en cautiverio, rescate, rehabilitación, casos clínicos veterinarios, parasitología y un programa de educación ambiental que atiende en promedio a 5 000 niños al año.

Es importante que las UMAS de la zona lleven a cabo investigaciones que permitan interpretar lo que sucede en la vida silvestre y se creen las bases para

su posible explotación en cautiverio. Los zoológicos también deben sumarse al esfuerzo de la conservación del *C. acutus*, de una forma más activa en la investigación de los cocodrilos en su ambiente.

Conclusiones

Los trabajos sobre *Crocodylus acutus* en la región aún son escasos, por lo que hacen faltan más estudios sistemáticos sobre la biología de la especie, lo cual es fundamental para entender la problemática y crear estrategias de conservación en la región.

El análisis de los estudios realizados por los diferentes autores, indica que en 12 cuerpos de agua de la región, la población de *Crocodylus acutus* estimada fluctúa entre 2 500 y 2 800 cocodrilos de todas las edades, y que no se tienen registros sistemáticos de 36 cuerpos de agua.

Los estudios de las poblaciones muestran que hace falta realizar investigaciones en tres cuartas partes de los cuerpos de agua de la región. Conocer la situación de estos cuerpos es imprescindible para la planeación de estrategias de aprovechamiento extractivo.

Los resultados publicados por los diferentes autores señalan que los esteros de Amela y Potrero Grande en Colima, así como La Manzanilla y Cuitzmala en Jalisco, mantienen poblaciones silvestres con un número de organismos suficiente para considerarlas saludables.

La explotación del recurso fue redituable a lo largo de la historia por lo que en la actualidad podría aprovecharse el antiguo mercado para su comercialización.

Las interacciones negativas entre humanos y cocodrilos en la región, de 1993 a 2004, incluyeron 11 ataques a humanos o sus intereses, de los cuales un solo caso fue grave. En contraparte, se han registrado 155 cocodrilos capturados, lastimados o cazados por humanos. Estos encuentros seguirán aumentando debido a que las áreas naturales continúan siendo fragmentadas por la urbanización, el incremento de las actividades pesqueras, la acuicultura y del desarrollo agropecuario.

Los artes de pesca ribereña afectan a crías y cocodrilos jóvenes, ya que éstos quedan atrapados; los cocodrilos adultos ocasionalmente destrozan las redes y atacan a los pescadores.

La acuicultura de especies de peces e invertebrados ha sido afectada económicamente por los cocodrilos, ya que éstos se alimentan de los organismos cultivados. En el caso de peces, la cifra puede variar entre 12 mil y 90 mil pesos por ataque, y en el caso de

Tabla 4
Cocodrilianos en zoológicos y UMAs en la Región del Pacífico Occidental de México

Clave de registro	Nombre	Representante Legal o Responsable Técnico	Localidad	Especies
INE/CITES/DGVS-ZOO-E-0066-99-MICH.	Zoológico Parque Amanecer.	C. Jorge Luis Castañeda-Castillo, MVZ. Germán Gil-Urbe	Apatzingán, Mich.	<i>C. acutus</i>
DFYFS/ZOO-E-0026-99-MICH.	Zoológico Benito Juárez	Cap. Armando Coello-Arroyo, MVZ. Eugenio Vázquez	Morelia, Mich.	<i>C. moreletii</i> y <i>C. acutus</i>
DFYFS-ZOO-E-0030-99-JAL.	Zoológico de Guadalajara	MVZ. Francisco Rodríguez-Herrejón y MVZ. Pablo Varela, MVZ. José Luis Rodríguez-Ávila	Guadalajara, Jal.	<i>C. moreletii</i> y <i>C. acutus</i>
DFYFS-ZOO-P-0020-98-JAL.	Zoológico Quinta el Pedregal	Dr. Elías Alfonso Centeno-Palos MVZ. José Rodríguez-Frías	Unión de San Antonio, Jal.	<i>C. moreletii</i>
DFYFS-ZOO-E-0002-98-JAL.	Zoológico Villa Fantasía.	Lic. Pablo Aguilar-Lucio, MVZ. Roberto Plascencia-Pérez	Zapopan, Jal.	<i>C. moreletii</i>
CET-MAR SUP. 6.1 HA	INE/CITES/DGVS-CR-IN-0291-MICH./98	Ma. Esther García-R. y Edvino Larumbe	Lázaro Cárdenas, Mich.	<i>C. moreletii</i> y <i>C. acutus</i>
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0438-MICH/98	Estero Mata de Carrizo y Santa Ana Sup. 54 ha	Sin designar	Lázaro Cárdenas, Mich.	<i>Crocodylus</i> sp.
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0460-MICH./99	El Caimán Sup. 2 ha	Biol. Jorge Cuevas-S.	Lázaro Cárdenas, Mich.	<i>C. acutus</i>
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0636-MICH/00	Zoocriadero El Sabino. Sup. 1.1 ha	Humberto Contreras-Vieyra	Uruapan, Mich.	<i>C. acutus</i> y <i>C. moreletii</i>
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0750-COL./01	Centro Ecológico Cuyutlán El Tortugario Sup. 2.3 ha	Dra. María Cruz Rivera-Rodríguez	Armería, Col.	<i>C. acutus</i>
SEMARNAT-UMA-IN-0010-COL/202	Lagunas de Monte Grande Sup. 3 ha	M. C. Francisco Alexis Castillo-Soriano	Colima, Col.	<i>C. acutus</i>
INE/CITES/DFYFS-CR-IN-0065-COL.	Laguna de Alcozahué, S.C.L. Soc. Pesquera. Sup. 1.08 ha	MVZ Juan Andrés Espíndola-Villaron	Tecomán, Col.	<i>C. moreletii</i> y <i>C. acutus</i>
SEMARNAT-UMA-IN-0025-JAL	Criadero de Fauna Dr Martín González Ramírez. Sup. 1.42 ha	Julián Martín Morales-Vázquez	Tomatlán, Jal.	<i>Crocodylus</i> sp.
DGVS-CR-IN-0682-JAL./00	Lagunas Sierra Madre Sup. 0.75 ha	Sin designar	Puerto Vallarta, Jal.	<i>C. moreletii</i> y <i>C. acutus</i>
INE/CITES/DGVS-CR-IN-0610-JAL./00	Centro Universitario de la Costa- Reptilario Cipactli. Sup. 0.25 ha	Ocean. Rafael García de Quevedo Machain, Biol. Helios Hernández-Hurtado y Biol. Pablo Hernández-Hurtado.	Puerto Vallarta, Jal.	<i>C. acutus</i>

Fuentes: Muñiz y López-Vazquez, 2005; Archivos de la presidencia del COMACROM, Material inédito.

camarón y langostino entre 300 y 800 pesos. Es necesario estudiar estos conflictos para solucionarlos.

El problema de especies introducidas, como es el caso de *Crocodylus moreletii*, está muy localizado. En Lázaro Cárdenas, Michoacán, se capturó a los organismos de vida silvestre. En el caso de la laguna de Alcozahué, Colima, existe el riesgo de posible hibridación entre *C. acutus* y *C. moreletii*; la SEMARNAT y el COMACROM están instrumentando la estrategia para remediar esta problemática ambiental.

En la región existen seis zoológicos, 10 UMAs intensivas y una extensiva, que mantienen cocodrilos. Estas unidades son una estrategia adecuada para la conservación de la especie, ya que cada una puede

recibir hasta 5 000 niños al año, para conocer al cocodrilo y su problemática.

Algunas zonas presentan características para el desarrollo de UMAs extensivas en las cuales se proteja el hábitat de la especie. Debe tomarse en cuenta que los cultivos de cocodrilos pueden ser fuente alternativa de ingresos para la economía regional.

Referencias bibliográficas

- ÁLVAREZ DEL TORO, M. 1974. *Los Crocodylia de México*. IMERNAR. México. 70p.
- ÁLVAREZ DEL TORO, M. y L. Sigler. 2001. *Los Crocodylia de México*. IMERNAR. PROFEPA. México. 134p.

- BENAVIDES, R. y N. Fonseca. 1999. Enriquecimiento dietético y su efecto sobre el crecimiento del *Crocodylus acutus* en el zoológico de Manzanillo. Informe interno: Empresa Nacional para la Conservación de la Flora y la Fauna. Microestación de Biológica, Zoológico de Cocodrilos Manzanillo. Cuba. pp. 3-11.
- CASAS-ANDREU, G. 2003. Ecología de la anidación de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 89: 111-127.
- CASAS-ANDREU, G. y X. Aguilar. 2002. *Crocodylus acutus* Cuvier, 1807. Caimán. *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología, UNAM. México. pp. 293-295.
- CASAS-ANDREU, G. y M. Guzmán-Arroyo. 1970. *Estado actual de las investigaciones sobre cocodrilos mexicanos*. Instituto Nacional de Investigación Biológica Pesqueras. Secretaría de la Industria y Comercio. México. 50p.
- CASAS-ANDREU, G. y F. Méndez. 1992. Observaciones sobre la ecología de (*Crocodylus acutus*) en el río Cuitzmala, Jalisco, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 43:71-80.
- CASAS-ANDREU, G. y T. Reyna. 1994. Climate and distribution of *Crocodylus acutus* in the Mexican Pacific coast. *Biogeographica*, 70(2):69-75.
- CASAS-ANDREU, G., T. Reyna y F. Méndez. 1990. Estado actual de *Crocodylus acutus* en la costa del Pacífico de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 41:57-62.
- CASTILLO, F. 1996. American crocodile in the central Pacific region (Mexico). *Crocodyle Specialist Group Newsletter*, 15(3):12-13.
- CASTILLO, F. 1997. *Observations on two American crocodile population in Colima state, Mexico, with possible management implications*. Tesis de maestría en Ciencias, Auburn University, Alabama, EU. 130p.
- CASTILLO, F. 2001. Effects of a submerged net on population size and structure of an American crocodile population (*Crocodylus acutus*) in lake Amela, Colima, Mexico. *Crocodyle Specialist Group Newsletter*, 20(4):86-92.
- CEDENO, J. 1995. *Distribución y situación actual de Crocodylus acutus Cuvier (1807) (Reptilia: Crocodylidae) en la costa de Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo Michoacán, México. 58p.
- CIFUENTES-LEMUS J.L., P. Torres y M. Frías. 1999. *El océano y sus recursos*. VI Acuicultura. Fondo de Cultura Económica. México. pp. 127-132.
- COMACROM. 2001. *Memorias III Reunión COMACROM*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Culiacán, Sinaloa, México. 137p.
- CUPUL, F., 2002. Edad del cocodrilo de río, *Crocodylus acutus*, usando el modelo de Von Bertalanffy. *Bol. Soc. Herpetol. Mex.*, 10(2):47-50.
- CUPUL, F., H. Hernández, A. Rubio, R. García de Quevedo-Machain, L. González y A. Reyes. 2001-2002. Conservación de un reptil prehistórico en la Bahía de Banderas. *Revista de difusión de investigación científica*, 3(1-2):59-64.
- CUPUL, F., A. Rubio y A. Reyes. 2003. American crocodile in Puerto Vallarta, México. *Crocodyle Specialist Group Newsletter*, 22(2):17-23.
- CUPUL, F., A. Rubio, A. Reyes y H. Hernández. 2002. Sondeo poblacional de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) en estero Boca Negra, Jalisco. *Ciencia y Mar*, 6(16):45-50.
- DE LUNA, O. 1995. *Fluctuación de la densidad de una población de (Crocodylus acutus) en Cuitzmala, Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura, UAEM, Toluca. México. 70p.
- DOF. 2002. Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, México Marzo 6, 2002.
- GARCÍA, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246p.
- HERNÁNDEZ, H. 1997. *Recomendaciones para el desarrollo de un centro de acopio de cocodrilos en el Rancho Ecológico El Quelele, Municipio de Bahía de Banderas, Nayarit*. Tesis de licenciatura. UdeG. Guadalajara. 70p.
- HERNÁNDEZ, P. 2002. *Crecimiento somático en crías y neonatos de cocodrilo de río (Crocodylus acutus, Cuvier, 1807) en cautiverio en la UMA Reptilario Cipactli, Puerto Vallarta, Jalisco, México*. Tesis de licenciatura. ITMAR 6, Bahía de Banderas, Nayarit. 37p.
- HERNÁNDEZ, H., F. Cupul., G. Estrada y J.C. Rodríguez. 1998. Los cocodrilos del delta del río Ameca. *Revista Divulgare*, 22:16-27.
- HERNÁNDEZ, H., F. Cupul, L. González, A. Rubio, A. Reyes, R. García de Quevedo, S. Gómez, P. Hernández, B. Cruz y O. Barragán. 2001. Resultados de exploraciones sobre las poblaciones de cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en los esteros Boca Negra y La Manzanilla, Jalisco, México. *Memorias III Reunión del COMACROM*. Culiacán, Sinaloa, México. 53p.
- HERNÁNDEZ, H., L. González, Sociedad Cooperativa Cipactli, A. Andrade, E. Torres y C. Reyes. 2002. Problemática de la población de cocodrilos (*Crocodylus acutus* Cuvier, 1807), en el estero de la Manzanilla, municipio de la Huerta, Jalisco. *Memorias de la IV Reunión de Trabajo del COMACROM*. Campeche. 16p.
- INE-SEMARNAP. 1997. *Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural 1997-2000*. INE-SEMARNAP, México.
- INE-SEMARNAP. 1999. *Proyecto para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia en México (COMACROM)*. SEMARNAP. México. 93p.
- LANG, J. 1992. *Determinación del sexo. Cocodrilos y Caimanes*. Materia Viva. Singapur, 120p.
- LAZCANO, M. 1989. *Report on the Status and Conservation of the American crocodile in Cuixmala, Jalisco, Mexico*. Informe interno: Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco. 15p.
- MARTÍN DEL CAMPO, R. 1937. Los batracios y los reptiles según los códigos y relatos de los antiguos mexicanos. *Anales del Instituto de Biología UNAM*, México, 7(4):489-512.
- MARTÍNEZ, J.A., 1991. *Comportamiento sexual de Crocodylus acutus (Cuvier, 1807) en cautiverio*. Tesis de Licenciatura. UdeG. Guadalajara. 80p.
- MARTÍNEZ, J. E. Naranjo y K. Nelson. 1997. Las poblaciones de cocodrilos (*Crocodylus acutus*) y caimanes (*Caiman crocodylus*) en una zona pesquera de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Vida Silvestre Neotropical*, 6(1-2):21-28.
- MAZZOTTI, F. 1992. *Anatomía y fisiología. Cocodrilos y Caimanes*. Materia Viva. Singapur. pp. 42-57.
- MUNIZ, C.M.I. y M.P. López-Vázquez. 2005. Avances y estrategias para la conservación y manejo de los crocodylia en México. Grupo Especialista en Cocodrilos, 2003. *Taller Internacional para el Manejo y Comercio de Caiman yacaré*. Gainesville, Proceeding de la Reunión Regional de América Latina y el Caribe del Grupo Especialista en cocodrilos, Santa Fe. Argentina. pp:84.
- NAVARRO, M., 1999. Distribución, abundancia y caracterización de hábitat del cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en la costa

- centro-sur de Michoacán. *Memorias I Reunión del COMACROM*. INE. México. pp. 31-37.
- PIEDRA, L., J. Bolaños y J. Sánchez, 1996. Evaluación del crecimiento de neonatos de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en cautiverio. *Rev. Biol. Trop.*, 44(3):1-8.
- PONCE, P. y S. Huerta. 1996. Contribution to the status of caiman or river crocodile (*Crocodylus acutus*) in the Jalisco coast, Mexico. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, 15(2):18.
- RODRÍGUEZ, R. 1996. *Pescadores del Rosita*. El Colegio de Jalisco. Jalisco. 112p.
- ROSS, P., 2000. American crocodile on the Jalisco coast. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, 19(2):17-19.
- RZEDOWSKI, J., 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432p.
- SIGLER, L. 1998. *Conservación y Manejo de Crocodylus acutus en México*. Instituto de Historia Natural, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 24p.
- THORBJARNARSON, J.B. 1989. Ecology of the American Crocodile, *Crocodylus acutus*. En: Crocodiles their ecology, management and conservation. IUCN. *Publication New Series*, pp. 228-259.
- THORBJARNARSON, J.B. 1998. Crocodiles in the Chamela-Cuixmala biosphere reserve, Jalisco, Mexico. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, 17(4):19.
- TRABULSE, E. 1984. *Historia de la Ciencia en México, estudios y textos del siglo XVII*. Conacyt, Fondo de Cultura Económica. México. 298p.
- VALTIERRA, M. 2001. Estado actual de la población de *Crocodylus acutus* en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala; trece años de protección: recomendaciones para un manejo sostenible. SEMARNAT, COMACROM. En: *Memorias de la III Reunión del COMACROM*. Culiacán. pp. 61-68.
- VALTIERRA, M. y A. García. 1997. La Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala y la Conservación de una Población de *Crocodylus acutus* en la Costa de Jalisco, México. *Memorias de la IV Reunión del CSG*. Villahermosa, Tabasco, México. Centro Regional de Innovaciones Agroindustrial. México. pp. 221-227.

Conservación y protección de la tortuga marina en la costa de Manzanillo, Colima, durante cuatro temporadas de desove (2001–2004)

Sonia I. Quijano Scheggia*

Aramis Olivos Ortiz*

Juan H. Gaviño Rodríguez*

Marco Antonio Galicia Pérez*

María Teresa Ruiz Vallejo**

Roxana Pérez López**

Resumen

El campamento tortuguero de la playa Salahua (municipio de Manzanillo, Col.) desde el año 2001 protege las playas de anidación de Campos, Peña Blanca y la bahía de Manzanillo. Durante cuatro temporadas de anidación el campamento ha protegido 1 108 nidos y liberado 79 860 crías con un índice de avivamiento promedio de 73.09%. También ha propiciado la realización de proyectos de investigación sobre la biología y el manejo de las especies que arriban a las costas de Manzanillo. Otro de los objetivos del campamento ha sido informar al público en general y a la niñez en particular, sobre la problemática de las tortugas marinas mediante pláticas durante las liberaciones diarias de crías; impartir cursos a niños de la localidad en las instalaciones del campamento y realizar visitas a las escuelas de educación primaria y secundaria del municipio.

Palabras clave: Campamento tortuguero, protección, índice de avivamiento, investigación, educación ambiental.

Introducción

Las playas arenosas y aguas cálidas con que cuenta México proporcionan las condiciones ideales para la anidación de tortugas marinas, por lo que diez de las once especies y subespecies arriban a ellas. En nuestro país las tortugas marinas han tenido usos y valores

importantes (consumo directo, artesanal y místico) entre las poblaciones ribereñas e indígenas costeras desde la época prehispánica (Márquez, 1996). A partir de la década de los sesenta la demanda de piel de tortuga marina se incrementó de manera exponencial debido al declive de las poblaciones de cocodrilos y a que se descubrió que la piel de los quelonios poseía características apropiadas para la industria peletera. Actualmente, la mayoría de las poblaciones de las diferentes especies de tortugas marinas está muy diezmada, como resultado de la interacción de factores tales como la pesca incidental, el saqueo de las nidadas, la captura y el sacrificio de hembras anidadoras, la alteración o la destrucción del hábitat de anidación por el desarrollo urbano y turístico poco planificado (SEMARNAP-INE, 2000).

En la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 (DOF, 1994), siete especies de tortuga marina están en la categoría de “peligro de extinción” (SEMARNAP-INE, 2000). En 1990 se decretó la veda total y permanente para estos reptiles marinos, como parte de las medidas de protección que se tomaron cuando se reconoció el estado crítico en que se encontraban las poblaciones; asimismo surgieron los campamentos tortugueros con el objetivo de proteger a las hembras, los huevos y las crías en las playas de anidación (SEDUE/SEPESCA, 1990a).

A las costas de Colima, México, arriban tortugas de las especies *Chelonia agassizii*¹ (prieta), *Lepidochelys olivacea* (golfina) y *Dermochelys coriacea schlegelii* (laúd), de las cuales, la más abundante es la segunda. En este estado se han llevado a cabo acciones de protección desde 1987 en las playas de Boca de Apiza-El Chupadero y en Tepalcates-El Volantín. En ambos

* Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad de Colima.

** Comité de Vigilancia Ambiental para la Protección de la Tortuga Marina en Manzanillo. Correo electrónico: quijano@gmail.com

1. Según Hirth (1997) se considera un sinónimo de *Chelonia mydas*.

campamentos se protegió, hasta 1990, un total de 40 361 huevos y se liberaron 22 488 crías de golfina y laúd; posteriormente, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) instalaron un campamento provisional en la Playa de Campos durante las temporadas de anidación 1993-1994 y 1995-1996. En el primer ciclo se detectaron 116 hembras, de las cuales cinco fueron de laúd, se recolectaron 8 165 huevos y se liberaron 3 500 crías. En el siguiente año se protegieron 16 264 huevos de *L. olivacea* y no se reportó la presencia de tortuga laúd (Nieves-Ventura, 1994 y 1995).

El Comité de Vigilancia Ambiental Participativa para la Protección de la Tortuga Marina en Manzanillo (CVAPPTMM), desde el año 2001 ha instalado un campamento tortuguero en la playa de Salahua, ubicada en el interior de la bahía de Manzanillo, que opera durante el periodo de desove de las hembras y eclosión de los huevos, que abarcan desde julio hasta febrero.

El CVAPPTMM está acreditado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA-SEMARNAT) y depende de la Universidad de Colima, ya que funciona gracias a la participación activa de estudiantes y profesores, así como de personal voluntario. El campamento tortuguero en la temporada 2001-2002 fue apoyado económicamente por el Ayuntamiento de Manzanillo, en la 2002-2003 contó con aportaciones voluntarias de la población local y de empresas de la región, mientras que durante la temporada 2004-2005 fue financiado por el Fondo Banamex para Protección de la Tortuga Marina, dependiente de TV Azteca.

La finalidad de estos campamentos es proteger a las tortugas marinas hembras durante su anidación en las playas de Manzanillo, realizar investigación sobre la biología de *Lepidochelys olivacea* (golfina) y desarrollar actividades y programas de educación ambiental entre los niños y visitantes, en beneficio de estas especies. En este documento se presentan los resultados de las actividades que se han realizado para el alcance de esos propósitos.

Métodos y materiales

Este trabajo se desarrolló en playas del municipio de Manzanillo, Colima, en la costa meridional del océano Pacífico entre los 104°03' y los 104°45' Oeste y los 18° y los 19° 18' Norte. El clima corresponde al tipo caliente subhúmedo con un promedio anual de temperatura de 26.9 °C. La precipitación pluvial anual promedio es de 1205.9 mm, y se presenta en

forma irregular. La temporada de lluvias se inicia en junio y concluye en diciembre; las precipitaciones torrenciales ocurren a finales de agosto y principios de septiembre. La temperatura en las aguas de las costas de Colima oscila desde 25 °C en abril a 31.4 °C en septiembre y salinidad promedio de 34.8 ups en agosto y 35.61 ups en junio (INEGI, 2002).

Descripción de las playas de anidación

Playa Peña Blanca: tiene una extensión de 14 km, presenta pendiente suave; arena de textura media, color café claro, mezclada con pequeñas conchas y caracoles; el oleaje es fuerte por encontrarse en mar abierto (INEGI, 2002).

Playa de Campos: su longitud es de 7.5 km; limita al oeste con grandes peñascos cubiertos de vegetación y al este, por el canal que comunica al mar con la laguna de Cuyutlán. Su arena es de textura media color café claro, pendiente suave, oleaje fuerte por encontrarse en mar abierto (INEGI, 2002).

Bahía de Manzanillo: la longitud de la playa arenosa es de siete kilómetros y se caracteriza por su arena de textura media de color café claro y por su pendiente y oleaje moderados; en su interior se encuentra la playa de Salahua (INEGI, 2002).

Actividades de conservación

El personal voluntario diariamente realiza dos recorridos nocturnos, a las 00:00 y a las 5:00 hrs, durante los meses comprendidos entre julio y diciembre. En la primera temporada (2001-2002) el patrullaje se realizó principalmente en las playas de la Bahía de Manzanillo (7 km), con apoyo de estudiantes de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima, mientras que en la playa de Campos la protección fue esporádica y corrió a cargo de elementos de la policía municipal. En las otras tres temporadas también se patrullaron las playas de Campos y Peña Blanca, para abarcar un total de 27.5 kilómetros (Fig. 1).

Durante los recorridos para la recolección de huevos se utilizan motocicletas todo terreno y lámparas de halógeno para detectar las huellas de las tortugas sobre la playa y la ubicación exacta de los nidos. Los huevos son colocados en bolsas de plástico y transportados al corral de incubación instalado en el campamento. El tiempo entre la colecta y el sembrado de los nidos usualmente no debe exceder las seis horas (además debe considerarse que transcurre un lapso de tiempo entre la ovoposición y la colecta), ya que los embriones tienen mayor oportunidad de sobrevivir cuando la reubicación ocurre dentro de ese

Figura 1

Localización del campamento tortuguero de Manzanillo y de las playas protegidas (zona marcada)

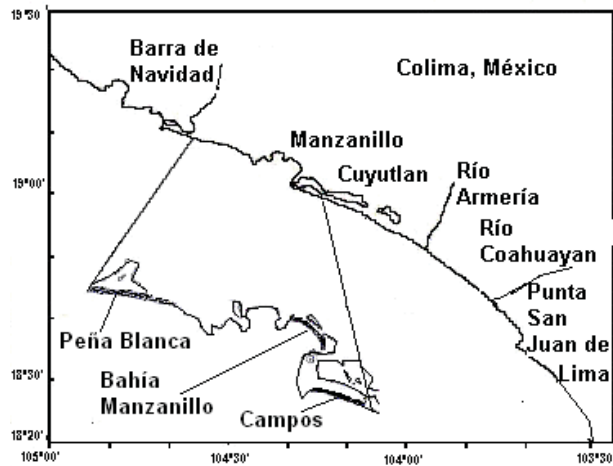
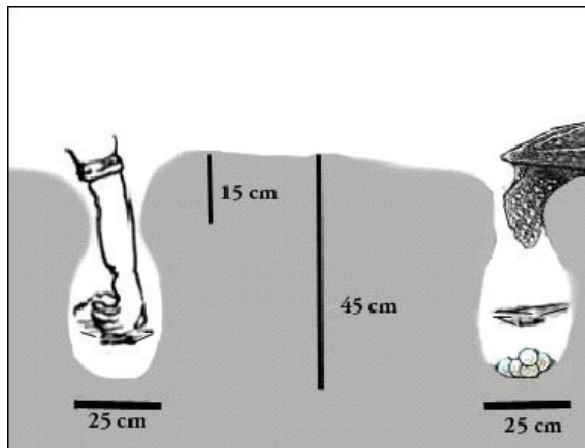


Figura 2

Sembrado de nidos



periodo (SEDUE/SEPESCA, 1990b). La siembra se efectúa en la arena en un orificio hecho a mano, con una profundidad promedio de 45 cm, al que se le da forma de cántaro, para que sea similar al que hace la tortuga (Godínez *et al.*, 1991) (Fig. 2). En una bitácora se registra el número de nidos, la fecha de colecta, la ubicación, la especie, el número de huevos y la fecha probable de eclosión.

Las crías que nacen en la noche y en el transcurso de la mañana, son colocadas en tinas con una cama de arena y liberadas al atardecer, para evitar al máximo la depredación por aves y otros enemigos naturales.

En la primera temporada algunos nidos se incubaron en cajas de unicel (poliuretano) de 50x35x45 cm que contenían arena, para evaluar el efecto de la temperatura y la humedad sobre el avivamiento. En las siguientes temporadas estos artefactos sólo se uti-

lizaron para trasladar los nidos que no habían eclosionado cuando terminaban las actividades en el campamento (a finales del mes de febrero o principios de marzo), a la Universidad, en donde completaron su periodo de incubación.

Investigación

La medición de variables ambientales es importante para generar una base de datos que permita realizar investigaciones sobre algunos aspectos de la biología de la tortuga marina. Una de ellas es la temperatura del interior del nido, ya que la diferenciación sexual de los embriones y la sobrevivencia de los huevos depende en gran parte de las variaciones de la temperatura en el sedimento durante el periodo de incubación (Carrasco, 1996).

Esta temperatura se registró cada 10 minutos mediante dos sensores Optic StowAway, cuyo intervalo de medición es de -35°C a $+75^{\circ}\text{C}$, y su capacidad de memoria de 32 Kb. Cada dos horas se midió la temperatura con un termómetro de mercurio (con intervalo de -10 a 100°C) para comparar los datos obtenidos con ambos aparatos y mantener esta variable entre 28 y 32°C en el interior de los nidos. Con este propósito se colocó un techo de malla plástica sobre el corral de incubación en los meses de agosto y septiembre durante las temporadas 2001-2002, 2002-2003, 2003-2004 y 2004-2005.

Difusión

Se invita a las personas de la localidad por diversos medios a la liberación de las crías; en ese evento se les imparte una plática informativa acerca de la problemática actual de las especies de tortugas marinas que arriban a Manzanillo, y a los niños de las escuelas primarias y secundarias del municipio, durante toda la temporada de anidación.

Resultados

Actividades de conservación

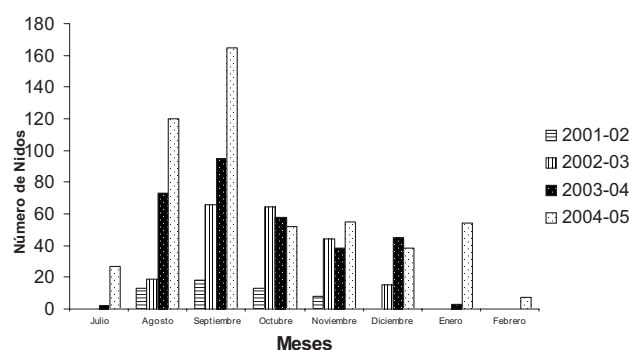
En la temporada 2001-2002 se recolectaron 66 nidos de tortuga golfina, con 4 232 huevos, de los que se liberaron 3 182 crías, por lo que el porcentaje de avivamiento fue de 75.18%. La temporada siguiente (2002-2003) fue más exitosa, porque también se realizaron recorridos en la playa de Campos. Se protegieron 207 nidos, tres de los cuales fueron de tortuga prieta (Tabla 1). El porcentaje de avivamiento fue de 63.65%, ya que la mayoría de los nidos fue encontrada en la

playa Campos; y por problemas logísticos, el tiempo transcurrido entre la recolección y el sembrado fue mayor al recomendado, lo que probablemente fue la causa de la disminución del porcentaje de avivamiento con respecto al de la temporada anterior.

Los esfuerzos para la conservación de la tortuga marina en Manzanillo fueron redoblados por el CVA-PPTMM en la temporada 2003-2004. En ella se recolectaron 314 nidos, de los cuales ocho fueron de tortuga prieta y diez de tortuga laúd, de esta especie se protegieron 571 huevos y se liberaron 359 crías; por primera vez se reportaron estas estadísticas en las playas de la bahía de Manzanillo (Fig. 3). El índice de avivamiento para esta temporada fue de 72.44 por ciento (Tabla 1).

Figura 3

Número de nidos mensuales en las temporadas de protección a la tortuga marina en el campamento tortuguero de Manzanillo, Colima



En la temporada 2004-2005 se protegieron 504 nidos de tortuga golfina, 15 de tortuga prieta y dos de tortuga laúd (Tabla 1). El porcentaje de avivamiento

fue de 75.9%. En esa temporada el número de nidos protegidos aumentó en 475% respecto a la primera temporada, gracias al uso de las motocicletas todo terreno (dos de ellas fueron operadas en comodato por la Administración Portuaria Integral de Manzanillo) durante toda la temporada de desove; a que se incrementó el área protegida porque se incluyó la playa Peña Blanca; a la mayor experiencia del personal voluntario participante y a que se contó con el apoyo del Fondo Banamex para la Protección de la Tortuga Marina.

En el área de estudio la gestación duró aproximadamente 45 días en los meses más cálidos (septiembre-diciembre), mientras que en los más fríos (enero-marzo) se prolongó más allá de los 60 días. Los porcentajes de avivamiento más bajos se presentaron a finales de la temporada 2001 en los nidos incubados en cajas de unicel. Mrosovsky e Yntema (1982) mencionaron que el porcentaje de avivamiento disminuye cuando se utilizan cajas al final de la temporada debido a que la temperatura en el interior es de 1° a 1.5 °C más baja que en condiciones naturales y a que frecuentemente es la época más fría del año; sin embargo, estos autores señalan que este método puede ser utilizado al inicio de la temporada.

Investigación

La instalación del campamento tortuguero ha fomentado el desarrollo de proyectos de investigación y la realización de varios trabajos de tesis de licenciatura y de ponencias para distintos Congresos Nacionales e Internacionales, entre los que destacan:

1. Evaluación del avivamiento y la proporción de sexos en crías de *Lepidochelys olivacea* en condiciones controladas de temperatura de incubación (Ruiz-Va-

Tabla 1

Comparación numérica de las tres temporadas de protección de la tortuga marina en Manzanillo, Colima

Temporada	Especie	Nidos (núm)	Huevos (núm)	Crías liberadas (núm)	Avivamiento (%)
2001-2002	<i>Lepidochelys olivacea</i>	66	4 232	3 182	75.18
2002-2003	<i>Lepidochelys olivacea</i>	205	18 598	11 800	
	<i>Chelonia agassizii</i>	3	180	153	
Subtotal		207	18 778	11 953	63.65
2003-2004	<i>Lepidochelys olivacea</i>	296	27 801	20 562	
	<i>Chelonia agassizii</i>	8	675	383	
	<i>Dermochelys coriacea</i>	10	571	359	
Subtotal		314	29 047	21 304	72.44
2004-2005	<i>Lepidochelys olivacea</i>	504	55 850	43 190	
	<i>Chelonia agassizii</i>	15	1 189	219	
	<i>Dermochelys coriacea</i>	2	165	12	
Subtotal		521	57 204	43 421	75.90
Total		1 108	109 261	79 860	73.09

llejo, 2002). En este trabajo se analizaron los resultados de colocar malla-sombra sobre el corral y del uso de cajas de unicel para terminar la incubación. El trabajo fue desarrollado en la primera temporada de protección. La proporción sexual se determinó a partir de muestras de crías muertas cuyas gónadas fueron procesadas con la técnica de transparentación (Van der Heiden *et al.*, 1985). El porcentaje obtenido fue de 90.49 de machos y 9.51 de hembras, en 196 muestras. A pesar de que la proporción sexual estuvo sesgada hacia los machos cuando se utilizó la malla, ésta se volvió a colocar durante los meses más calurosos y secos de las tercera y cuarta temporadas, porque se observó que el índice de avivamiento descendía drásticamente por las altas temperaturas. Durante esos días se registró diariamente la temperatura de los nidos para evitar ese sesgo.

Los resultados mostraron que la aparición de malformaciones durante la gestación fue más frecuente cuando los huevos estuvieron sometidos a condiciones de incubación desfavorables, tales como baja temperatura y humedad, por lo que la evaluación del porcentaje de crías con deformaciones se utilizó como un indicador de las condiciones de incubación. En la temporada 2001-2002 se observó que 2.8% de los embriones muertos presentaba malformaciones. La anomalía más frecuente fue la del carapacho irregular/deprimido y alcanzó su mayor incidencia en octubre, cuando se incrementó la humedad en el interior de los nidos y hubo un descenso de hasta 8.11 °C (temperatura máxima de 31.76 °C y mínima de 23.65 °C), relacionado con la penetración de agua de lluvia. En el campamento tortuguero de Cuyutlán, ubicado en la misma región, el porcentaje de embriones muertos ha sido de entre uno y tres por ciento cuando las condiciones ambientales son similares, aunque no se han realizado estudios para evaluar las malformaciones en embriones (Cruz-Rivera² com. pers.).

2. El efecto de la temperatura y la humedad sobre el índice de avivamiento en huevos de tortuga marina golfina (Rivas-García, 2002). Este trabajo se realizó de octubre a diciembre de la primera temporada y consistió en la comparación del índice de eclosión de nidos sembrados en el corral de incubación y en cajas de unicel. Se contrastaron las condiciones de temperatura y humedad con el índice de avivamiento. En el corral protegido la humedad registró un intervalo de 2.6-14.8% y de temperatura de 24.16-35.38 °C con un porcentaje promedio de avivamiento de 94%,

mientras que el intervalo de humedad en los nidos en cajas fue de 2.0-29.6% y de la temperatura de 20.46-38.15 °C con un porcentaje promedio de avivamiento de 16.92%. Regresiones lineales (95% de confianza) entre la temperatura vs. el porcentaje de eclosión y de la humedad vs. el porcentaje de eclosión mostraron que la relación fue significativa en el caso de los nidos sembrados en corral ($r = 0.8611$ y $r = -0.7856$, respectivamente), e inversa en el caso de nidos sembrados en cajas de unicel ($r = -0.2735$ y $r = -0.3675$ respectivamente), lo que sugiere que estas variables son importantes para que el desarrollo de los embriones sea óptimo.

3. Variabilidad fenotípica intersexual en crías de *Lepidochelys olivacea* en la temporada 2003-2004 (Pérez-Contreras, 2005). El objetivo de este trabajo fue determinar la existencia de diferencias en las características morfométricas que permitieran distinguir los géneros de las crías y estimar la proporción de sexos, sin recurrir a la disección anatómica. Se utilizaron nueve de las medidas utilizadas por Michel-Morfín (1995): ancho recto de carapacho, largo curvo del carapacho, largo de cabeza, largo de aleta anterior izquierda, largo recto del plastrón, peso húmedo, longitud entre el borde anterior del escudo marginal del eje más ancho de la tortuga al margen posterior de los escudos postcentrales en el carapacho y del primer al último escudos inframarginales en el plastrón. El análisis de estas medidas en 60 embriones muertos mostró que el método fue efectivo en 89% de los casos, ya que sólo siete de los embriones fueron clasificados incorrectamente, como se comprobó por medio del examen de las gónadas.

4. Evaluación de la venta clandestina y el consumo de la tortuga marina, por grupo de edad del consumidor, en diferentes zonas de Manzanillo (Hernández-García *et al.*, 2004). Esta investigación fue realizada mediante la aplicación de encuestas a la población, para lo cual se dividió el municipio en cinco zonas representativas. Las variables analizadas fueron el precio de la carne y del huevo de tortuga, la edad de los consumidores y el consumo por género. El precio del producto varió de zona a zona, ya que se comercializa ilegalmente. El consumo de ambos productos fue mayor en Campos-El Colomo, quizá debido a que es una zona de fácil acceso a la playa y desprotegida por las autoridades. Las personas de entre 40 a 70 años fueron las principales consumidoras. Este trabajo es de gran importancia para evaluar los lugares que deben ser atendidos con ahínco en temporadas venideras.

5. Evaluación de las características de la playa para la anidación (Carrillo-Suaste, 2004). Con este trabajo se evidenció que las anidaciones son más abundantes en las zonas más deshabitadas, con poca

2. Dra. María de la Cruz-Rivera, Directora del Centro Ecológico de Cuyutlán El Tortugario.

presencia de luz artificial y con una cara de playa amplia, aún y cuando se presentaron fenómenos meteorológicos (tormentas). También se determinó que en el área de estudio la anidación es más frecuente desde la primer semana de agosto hasta finales de octubre, por lo que se consideró que durante esas 14 semanas se debe incrementar el esfuerzo de protección, aumentando la frecuencia de los recorridos.

Difusión

Una de las metas fundamentales del campamento ha sido difundir los resultados de las actividades de protección de la tortuga marina para generar una cultura de conservación ecológica en la población manzanillense. Con este fin, durante las liberaciones de crías se realizan eventos (aproximadamente cuatro por semana) cuyo público meta principal son niños y turistas nacionales e internacionales. En las cuatro temporadas se han impartido pláticas en las escuelas del municipio de Manzanillo, ante aproximadamente 1700 niños.

Asimismo, durante tres años se han realizado eventos de educación ambiental, en el marco de la Semana Nacional de la Conservación, organizada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la SEMARNAT, contando con la participación de la comunidad manzanillense, para dar mayor difusión al trabajo realizado por el campamento.

Discusión

En la costa del estado de Colima han funcionado los campamentos tortugueros de Cuyutlán y Boca de Apiza-El Chupadero, con regularidad desde mediados de la década de los años noventa (Rivera-Rodríguez, 2005; Hernández-Corona, 2005). En los últimos años se considera que las poblaciones de tortuga golfina se han incrementado como consecuencia de las actividades de conservación en éstos y otros campamentos ubicados en el Pacífico mexicano y de las medidas legales adoptadas (Márquez *et al.*, 1998).

En las playas de Manzanillo durante los años ochenta y noventa, eventualmente se encontraban nidos de tortugas que se incubaban en cajas en las instalaciones del Centro Regional de Investigación Pesquera (Márquez³, com. pers.). A raíz del incre-

mento de la anidación dentro de la bahía de Manzanillo, se iniciaron los trabajos en el campamento de la playa de Salahua. A pesar de que es difícil comparar los resultados de las temporadas, como consecuencia de las variaciones en el esfuerzo aplicado en cada una de ellas, es posible señalar que la tendencia de la anidación es similar a la reportada en los campamentos de Cuyutlán y Boca de Apiza-El Chupadero (Rivera-Rodríguez, 2005; Hernández-Corona, 2005), que mantienen estrategias de trabajo similares desde hace algunos años. Esto permite suponer que las anidaciones de la tortuga golfina continuarán incrementándose en las próximas temporadas. Con respecto a las tortugas prieta y laúd, la cantidad de anidaciones es muy variable porque se trata de un evento periódico (Delgado⁴, com. pers.).

En cada una de las cuatro temporadas de anidación se observaron cambios en el porcentaje de avivamiento debido a las diferentes condiciones en el manejo de los nidos. Destaca la utilización de un techo de malla plástica durante las primera, tercera y cuarta temporadas, para controlar la temperatura. Durante la segunda temporada el retraso en el resembrado de los huevos de tortuga marina encontrados en la playa Campos afectó el porcentaje de avivamiento.

De acuerdo con el *Manual de Técnicas de Manejo y Conservación para la Operación de Campamentos Tortugueros* (SEDUE/SEPESCA, 1990b) es posible lograr mayor porcentaje de avivamiento cuando el nido es sembrado dentro de las seis horas posteriores al desove. El desarrollo embrionario comienza en este periodo, por lo que el movimiento y la insolación de los huevos causan el descenso de este índice (SEDUE/SEPESCA, 1990b). En la temporada 2002-2003 los nidos encontrados en playa Campos eran trasladados al campamento en playa Salahua al día siguiente, por lo que el porcentaje de avivamiento fue menor en esa temporada que en las otras. En este sentido Cruz *et al.* (1988) y Ayala (1991) indican que el índice de sobrevivencia de los huevos trasplantados es significativamente menor que el de los nidos *in situ*. Por otra parte, puesto que el tiempo que transcurre entre la ovoposición y el resembrado del nido es crítico porque el embrión puede desprenderse por el movimiento causado durante el transporte (SEDUE/SEPESCA, 1990b), el manejo de las nidadas fue especialmente cuidadoso durante las temporadas 2001-2002, 2003-2004 y 2004-2005 con la intención de mantener un porcentaje de avivamiento superior a 70 por ciento.

3. Dr. René Márquez-Millán. Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas, Comité Científico (México).

4. M.C. Carlos Delgado. Investigador de la Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Márquez (1996) mencionó que la incubación de las crías toma generalmente entre 50 y 60 días. En Manzanillo ocurrió en promedio a los 45 días, aunque se observó que por cada grado que disminuyó la temperatura, la eclosión se retrasó 3.4 días (Ruiz-Vallejo y Quijano, 2002), lo cual difirió de los resultados de Mrosovsky e Yntema (1982), quienes afirmaron que por cada grado menos de temperatura, el retraso en el tiempo de eclosión es de cinco días.

La investigación que se lleva a cabo en el campamento tortuguero de Manzanillo proporciona información útil para el manejo del quelonio en la localidad, además de que su ubicación le confiere mayor atractivo turístico a la playa de Salahueta. Márquez (1996) opina que uno de los objetivos de los campamentos tortugueros debe ser desarrollar actividades de acercamiento a las comunidades de la región, meta que se cumple en este campamento, mediante la realización de campañas de educación ambiental para la población local y los visitantes, además de una campaña informativa permanente cuyo objetivo es crear una cultura de conservación en el público en general, e infantil en particular, por medio de actividades en las escuelas primarias y secundarias.

La infraestructura del campamento, aunque provisional, resulta atractiva para el visitante, y es el resultado de una ardua labor de búsqueda y concertación de recursos económicos, con la invaluable colaboración de los voluntarios, en su mayoría estudiantes de la Facultad de Ciencias Marinas y de los empresarios locales. La población local ha mostrado una actitud positiva al apoyar y reconocer la importancia de la presencia de éste en el puerto.

Conclusiones

El esfuerzo puesto en las actividades de conservación y protección de la tortuga marina en el puerto de Manzanillo se ha reflejado en sus resultados. Así, en cuatro temporadas se han rescatado 1 108 nidos, protegido 109 261 huevos y liberado 79 860 crías de tortuga marina. El índice de avivamiento promedio fue de 73.09 por ciento.

La investigación científica de la biología de la especie que realiza el campamento de Manzanillo ha proporcionado información para su manejo en la localidad.

Agradecimientos

El campamento tortuguero ha podido funcionar adecuadamente gracias al apoyo de la Universidad de

Colima; el Ayuntamiento de Manzanillo; el Fondo Fomento Ecológico Banamex, subcomité Fondo para la Conservación y Protección de la Tortuga Marina; y de empresas de la región, como el Grupo Komet Ingeniería y Servicios; Administración Portuaria Integral (API), Coca-Cola, Condominios Vida del Mar, Hotel Sierra (operado anteriormente por Sideksitur, ahora Hotel Gran Bahía Real, operado por Best Day Real Resort), Comercial Mexicana, Agencia de motocicletas HONDA, Radio Extrema FM del grupo Rádiorama y Radio Caliente FM del grupo Levy. Queremos expresar nuestro agradecimiento muy especial a María del Carmen Jiménez Quiroz por su generoso apoyo y sus invaluable comentarios que ayudaron a enriquecer el presente manuscrito.

Referencias bibliográficas

- AYALA, C.M.A. 1991. *Determinación bacteriológica de los principales agentes que influyen en la mortalidad embrionaria en los huevos de tortuga golfina* *Lepidochelys olivacea*. Tesis Profesional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UdeG, Guadalajara. 78p.
- CARRASCO, M.A. 1996. *Relación de factores abióticos con el proceso de incubación en nidos de tortuga lora* (*Lepidochelys kempi* Garman, 1880) *en Rancho Nuevo, Tamaulipas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Colima. Manzanillo, Colima, México. 56p.
- CARRILLO-SUASTE, C. 2004. *Evaluación de las características de la playa para la anidación*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Colima. Manzanillo, Colima, México. 31p.
- CRUZ, R.D., M. Hernández y J. Rodríguez. 1988. Efectos de técnicas conservacionistas sobre el avivamiento y principales causas tanto de mortalidad de embriones como de crías de tortuga Golfina y Laúd en el Playón de Mexiquillo, Mich., durante la temporada de anidación 87-88. *Memorias del V Encuentro Interuniversitario sobre Tortugas Marinas en México*. Morelia, Michoacán, México. Facultad de Ciencias. UNAM. p.186.
- DOF. 1994. Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, México, mayo 16, 1994.
- GODÍNEZ, D.E., F. Silva-Bátiz e I. Enciso-Padilla. 1991. *Manual de técnicas y procedimientos de protección de campo de la tortuga marina en el estado de Jalisco*. Programa Interinstitucional de Protección y Conservación de la Tortuga Marina en el Estado de Jalisco. SEDUE, SEPESCA, COESE y Facultad de Ciencias Biológicas, UdeG, Guadalajara. 23p.
- HERNÁNDEZ-CORONA, A. 2005. Campamento tortuguero "El Chupadero-Boca de Apiza". En: *Memorias del Taller de toma de muestras de tortugas marinas*. Centro Ecológico de Cuyutlán El Tortugario-CIBNOR- CRIP-Manzanillo. 21 y 22 de octubre de 2005. Cuyutlán, Col. (Presentación en CD.)
- HERNÁNDEZ-GARCÍA, L.M., L.M. Murillo-Ballesteros, L.R. López-Macías y C.G. Guzmán-Navarro. 2004. *Evaluación de la venta y consumo de la tortuga marina en diferentes zonas de Man-*

- zanillo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo. 60p.
- HIRTH, H.F. 1997. *Synopsis of the biological data on the green turtle Chelonia mydas (Linnaeus 1758)*. Biological Report 97(1) Fish and Wildlife Service, Washington, USA. 120p.
- INEGI. 2002. Anuario Estadístico del estado de Colima. Talleres gráficos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México. 481p.
- MÁRQUEZ, M.R. 1996. *Las tortugas marinas en nuestro tiempo*. Fondo de Cultura Económica, México. 194p.
- MÁRQUEZ, R., M.C. Jiménez, M.A. Carrasco y N.A. Villanueva. 1998. Comentarios acerca de las tendencias poblacionales de las tortugas marinas del género *Lepidochelys* después de la veda total de 1990. *Oceánides*, 13(1):41-62.
- MICHEL-MORFIN, J. 1995. *Variabilidad fenotípica en la tortuga marina Lepidochelys olivacea*. Tesis de Maestría. CICIMAR, IPN, La Paz, BCS. 97p.
- MROSOVSKY, N. y C.L. Yntema. 1982. *Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: Implications for conservation practices*. (Reimpreso con permiso de Biological Conservation, 1980. 18:271-280) pp. 59-65.
- NIEVES-VENTURA, F. 1994. *Informe Técnico del Programa Nacional de Protección y Conservación de Tortuga Marina, en el campamento Campos, Municipio de Manzanillo, Colima*. Informe interno. Instituto Nacional de Ecología, México. 16p.
- NIEVES-VENTURA, F. 1995. *Informe Técnico del Programa Nacional de Protección y Conservación de Tortuga Marina, en el campamento Campos, Municipio de Manzanillo, Colima*. Informe interno. Instituto Nacional de Ecología, México. 20p.
- PÉREZ-CONTRERAS, Z. 2005. *Variabilidad fenotípica intersexual en crías de Lepidochelys olivacea en la temporada 2003-2004*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo. 32p.
- RIVAS-GARCÍA, C.A. 2002. *El efecto de la temperatura y humedad sobre el índice de avivamiento en huevos de tortuga marina golfina (Lepidochelys olivacea)*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UdeC, Manzanillo. 30p.
- RIVERA-RODRÍGUEZ, M.C. 2005. Centro Ecológico de Cuyutlán "El Tortugario". Centro para la conservación y educación. En: *Memorias del Taller de toma de muestras de tortugas marinas*. Centro Ecológico de Cuyutlán El Tortugario-CIBNOR-CRIP-Manzanillo. 21 y 22 de octubre de 2005. Cuyutlán, Col. (Presentación en CD).
- RUIZ-VALLEJO, M.T. 2002. *Evaluación del avivamiento y proporción de sexos crías de Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1829), en condiciones controladas de temperatura de incubación en el campamento tortuguero de Manzanillo*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, UEDC, Manzanillo. 42p.
- RUIZ-VALLEJO, M.T. y S.I. Quijano. 2002. Evaluación del avivamiento y proporción de sexos crías de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), en condiciones controladas de temperatura de incubación en el campamento tortuguero de Manzanillo. *Memorias del XIII Congreso Nacional de Oceanografía*. 7 al 11 de Octubre del 2002, Puerto Vallarta, Jalisco. p. 42.
- SEDUE/SEPESCA. 1990a. *Programa Nacional de Protección y Conservación de Tortugas Marinas*. Documento interno. México. 116p.
- SEDUE/SEPESCA. 1990b. *Manual de Técnicas de Manejo y Conservación Para la Operación de Campamentos Tortugueros*. Documento interno. México. 104p.
- SEMARNAP-INE. 2000. *Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Instituto Nacional de Ecología, México. 106p.
- VAN DER HEIDEN, A.M., R. Briseño-Dueñas y D. Ríos-Olmeda. 1985. A simplified method for determining sex in hatchling sea turtles. *Copeia*, 3:779-782.

Programa de conservación e investigación de tortugas marinas en el Santuario Playón de Mismaloya, Jalisco

José Antonio Trejo Robles*
Rosa Estela Carretero Montes*
Francisco de Asís Silva Bátiz*
Felipe Javier López Chávez*

Resumen

La colonia del Playón de Mismaloya (Jalisco, México) fue una de las siete más importantes en el mundo para la anidación de *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina); sin embargo, colapsó a mediados de los años sesenta. En este trabajo se compilan los resultados de las actividades que la Universidad de Guadalajara ha desarrollado desde 1985 en el campamento La Gloria, con el propósito de lograr el manejo sustentable de la colonia de tortugas marina por las comunidades locales, mediante la instrumentación de cuatro estrategias: a) Investigación y monitoreo, b) Protección, c) Educación ambiental, y d) Desarrollo y participación comunitaria. Los resultados muestran que el número de las anidaciones de tortuga golfina se ha incrementado paulatinamente, así, en la temporada 2004 se estima que anidaron 3 000 hembras. Se han promovido 61 talleres para los niños en el campamento, además de cursos de capacitación en manejo de campamentos tortugueros y de ecoturismo para los adultos de las poblaciones aledañas. Esto ha permitido incorporar a algunos pescadores en las labores de protección y abrir nuevas fuentes de trabajo por actividades de ecoturismo. También se han iniciado otras actividades de apoyo en el poblado de La Gloria, como consultas odontológicas, homeopáticas, veterinarias y bazares de ropa.

Palabras clave: Tortuga marina, *Lepidochelys olivacea*, Playón de Mismaloya, Universidad de Guadalajara.

Introducción

De las ocho especies de tortuga marina que existen en el mundo, siete anidan en playas mexicanas y están clasificadas en riesgo de extinción por organismos internacionales (Apéndice I del CITES, 1973; *Libro Rojo* de la IUCN¹, 2006) y nacionales (NOM-ECOL-059 publicada en el DOF, 2002 a), por lo que el gobierno, las instituciones educativas y la sociedad civil se han abocado en la protección, el manejo y la investigación de estas especies desde la década de los años sesenta.

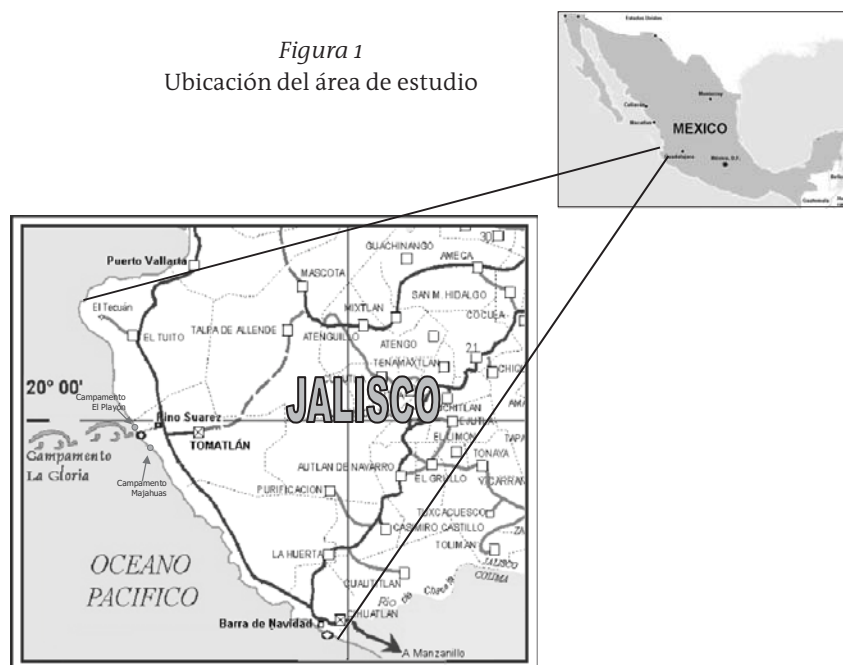
En el Pacífico mexicano están algunas de las colonias más importantes de *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina) del mundo, como es el caso de las playas La Escobilla y Morro Ayuta, en Oaxaca (Márquez-Millán, 1996). Hasta hace unas pocas décadas el Playón de Mismaloya (Jalisco) era uno de los sitios más importantes en el país y uno de los siete más relevantes del mundo para esta especie, ya que allí se observaron arribadas de hasta 30 000 individuos (Márquez-Millán², com. pers.; Casas-Andreu, 1978). Esas evaluaciones también mostraron la presencia, aunque menos numerosa, de *Chelonia agassizii* (tortuga prieta) y *Dermochelys coriacea* (tortuga laúd).

Sin embargo, a pesar de que en 1967 se instaló en esta zona uno de los primeros campamentos tortugueros del país, la colonia colapsó en las décadas de los sesenta y setenta; por ello la playa fue incluida en el decreto presidencial para las Zonas de Reserva y Sitio de Refugio para Tortugas Marinas (DOF, 1986), si bien en la actualidad tiene la categoría de Santuario para Tortugas Marinas (DOF, 2002 b).

* Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de las Zonas Costeras, Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. Melaque, Jal. Correo electrónico: rmontes@costera.melaque.ud

1. IUCN. 2006. Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>
2. Dr. René Márquez-Millán. Comité Científico. Convención Interamericana para Protección y Conservación de Tortugas Marinas.

Figura 1
Ubicación del área de estudio



El Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de las Zonas Costeras (DEDSZC) del Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR) y la Universidad de Guadalajara (UdeG) han llevado a cabo desde 1985 trabajos de protección de manera ininterrumpida en esta playa, desde el campamento La Gloria. Empero, los esfuerzos de la UdeG y de otras instituciones que trabajan en el Santuario Playón de Mismaloya,³ no han fructificado debido al saqueo de nidos y a la captura de adultos, principales obstáculos para la recuperación significativa de la colonia de tortugas marinas.

La Estrategia Nacional para la Conservación y Manejo de las Tortugas Marinas⁴ y la Estrategia Mundial para la Conservación de las Tortugas Marinas (IUCN, 1995) establecen que para recuperar y conservar a las tortugas marinas es necesario implementar varias estrategias, siendo las principales: a) Investigación y monitoreo, b) Protección, c) Educación ambiental, y d) Desarrollo y Participación comunitaria. En consecuencia y en concordancia con esas estrategias, el CUCSUR estableció el Programa de Conservación de las Tortugas Marinas en el Playón de Mismaloya, Jalisco, cuyas metas en el mediano y el

largo plazos son lograr que las comunidades locales aseguren la conservación de las tortugas marinas en el Santuario del Playón de Mismaloya con la participación de las autoridades gubernamentales correspondientes y de la sociedad en general. Durante este lapso se han logrado apoyos financieros a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), el Consejo Británico, la Secretaría de Educación Pública, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, la Fundación Ecológica Banamex y de la misma Universidad de Guadalajara.

La importancia de continuar y fortalecer las acciones de conservación en este Santuario radica en que es una de las pocas playas mexicanas en las que se ha llevado a cabo el seguimiento del estado de la población de tortugas marinas en un periodo de tiempo largo, lo que permite determinar si está en recuperación, estable o en merma. El objetivo del programa es asegurar la permanencia de las poblaciones de tortuga marina en el Santuario Playón de Mismaloya mediante la aplicación de las cuatro estrategias establecidas en los planes nacionales para la recuperación y la conservación del recurso. También se presenta el Programa que se desarrolla en el campamento La Gloria, ubicado dentro del Santuario, así como los logros a lo largo de 20 años de trabajo ininterrumpido.

Métodos y materiales

El Santuario Playón de Mismaloya (municipio de Tomatlán, Jalisco) está localizado entre las coordenadas de Punta Ipala (20°14'00" N y 105°36'00" O) y Punta

3. En el Santuario Playón de Mismaloya también están establecidos los campamentos tortugeros denominados El Playón y Majahuas, cuya operación es responsabilidad de la SEMARNAT y la cooperativa pesquera Roca Negra, respectivamente.
4. Comité Nacional para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas/Comisión Intersecretarial para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. 1996. Estrategia Nacional para la Conservación y Manejo de las Tortugas Marinas, San Patricio- Melaque, Jalisco, México. No publicado.

Roca Negra ($19^{\circ}40'00''$ N y $105^{\circ}15'00''$ O), con una extensión aproximada de 69 km de longitud (DOF, 1986). La playa está orientada de sureste a noroeste.

Las actividades de conservación y protección las realiza personal del CUCSUR en las instalaciones del campamento La Gloria, de julio a febrero o marzo, para abarcar las temporadas de anidación de las tres especies de tortugas marinas que llegan a esta zona. La longitud de la playa que se patrulla desde 1997 es de aproximadamente 29 kilómetros, 20 ubicados al norte y nueve hacia el sur del campamento.

Los métodos empleados en el desarrollo de cada una de las cuatro estrategias que constituyen el Programa Integral de Conservación de las Tortugas Marinas, se describen a continuación.

Investigación y monitoreo

Estimación de la abundancia. En esta actividad se evalúa la abundancia de los nidos, ya que esta variable es un indicador del estado de las poblaciones. Otro objetivo es proponer un método de muestreo con estimadores confiables que optimicen los recursos humanos y materiales con que cuenta el campamento.

La abundancia se evalúa mediante censos terrestres durante toda la temporada, sobre los supuestos de que el número de nidos por año por hembra (Van Buskirk y Crowder, 1994) es de 1.8 y que la mortalidad por pesca entre puestas es pequeña en relación con el tamaño de la población. En el diseño del censo de rastros de tortuga marina se consideraron aspectos relacionados con la conducta de las tortugas durante la anidación y la influencia de los factores ambientales (Silva-Bátiz *et al.*, 1996).

Durante este proceso las unidades de muestreo se revisan cada día a las 06:00 horas. En una “ficha de censos” se registra la ubicación de los nidos sobre la playa, si fue protegido o saqueado y, de ser posible, si el organismo fue robado o sacrificado. Cuando sólo se detecta el rastro sobre la arena, se busca la cámara de oviposición. Debido a la marea, al desplazamiento constante de los saqueadores en sus caballos y a los fuertes vientos, algunas veces se pierden las huellas o se confunden: todos esos datos que se observan durante los patrullajes nocturnos también se registran esos datos con el fin de cotejarlos con los del censo.

Técnicas de manejo de nidos. El manejo de los nidos durante el traslado y el trasplante de los huevos a los corrales de incubación, puede alterar la proporción sexual de las crías e incrementar la mortalidad embrionaria (Richardson, 2000). Para valorar el efecto de esta manipulación se establece un área de la playa de un kilómetro de longitud, cercana al campamento, llamada “zona de nidos naturales”, en la que

las nidadas permanecen, para darles un seguimiento similar al que se les da a los nidos incubados en los corrales. Se registra el porcentaje de crías emergidas y el número de huevos sin eclosionar, entre otras variables, con el propósito de comparar los resultados de los dos ambientes. Se han realizado estudios de mortalidad embrionaria para identificar los estadios que son más lábiles.

A partir de la manipulación de los huevos es posible dar seguimiento a la obtención de las muestras de crías de corrales de incubación y de nidos *in situ* para determinar el sexo y conocer la proporción sexual de las crías producidas en los corrales y en los nidos naturales. Esto se realiza por medio de la observación directa de la morfología y las características externas de las gónadas (Van der Heiden *et al.*, 1985) de crías muertas.

Desde 1996 se han registrado temperaturas de la parte más profunda de los nidos situados en el corral de incubación y en la zona de nidos naturales por medio de un termómetro digital Barnant y de sensores termopares; éstos últimos se instalaron en la arena a 45 cm de profundidad, en tres secciones ubicadas dentro del corral de incubación (A, B, C). Para el registro de la humedad se tomaron muestras de arena de la misma profundidad, que se pesaron antes y después de secarlas en una estufa Blue M a 120°C por un lapso de ocho horas; la humedad se determinó por diferencia de peso. Posteriormente se utilizó el método realizado por McGehee (1990) para conocer el coeficiente de saturación de la arena y determinar su índice de humedad.

Protección

Esta actividad abarca el trabajo en playa que incluye el cuidado de las hembras, el transporte de nidos a corrales de incubación, así como el cuidado y la liberación de crías al mar. Al inicio de cada temporada, una vez instalados el equipo y el personal en el campamento tortuguero, la playa se divide en zonas o “estaciones” (29) con extensión de un kilómetro cada una. Las actividades de patrullaje por la playa habitualmente se realizan de 21:00 a 06:00 horas, excepto cuando se producen arribadas por los “efectos de luna”,⁵ ya que en ese caso también se realizan recorridos durante el día.

El propósito de esta actividad es la detección de nidos o hembras ovipositando. Los huevos se colectan

5. Este término se refiere al incremento de la anidación que se presenta durante algunas fases de la luna.

en una bolsa de nylon y en un formato especial se registra la fecha y la hora, la zona de playa (A, B, C) y la estación (1-29) donde se recogieron, el número de huevos depositados, colectados y dañados, si la hembra fue marcada o si presentaba alguna marca, el medio de transporte del observador (motocicleta, caballo o a pie), las observaciones y el nombre del técnico. Posteriormente el nido se transporta al corral de incubación, que es un área de aproximadamente 2 000 m², protegida con una red plástica de un centímetro de luz de malla y 1.5 m de altura. Las técnicas de manejo son similares a las empleadas en otros campamentos tortugueros de México (Godínez-Domínguez *et al.*, 1991).

Esta información permitirá dar seguimiento a la incubación de los nidos colectados y tener una descripción general de las actividades, que se utiliza posteriormente para evaluar el efecto de la manipulación de los huevos durante el trasplante; con este propósito se mantiene un conjunto de nidos *in situ*, como grupo control. Los nidos permanecen en incubación aproximadamente 50 días, tiempo necesario para que las crías emerjan, y entonces son liberadas al mar en distintas zonas a lo largo de la playa durante la noche.

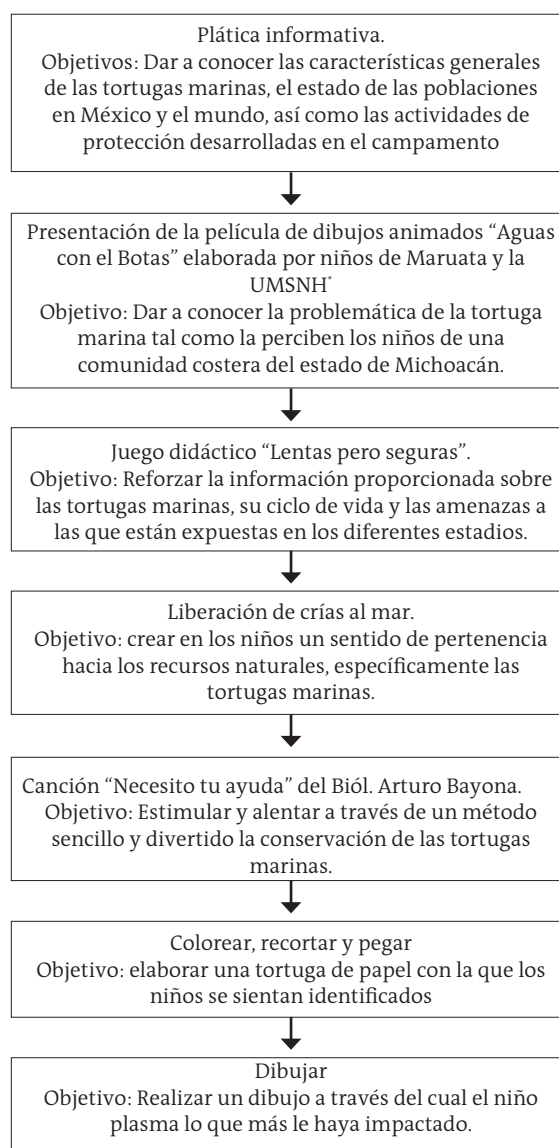
Educación ambiental

El personal del CUCSUR desarrolla actividades de educación ambiental en las instalaciones del campamento y en otras instituciones, así como de difusión de las actividades de protección de las tortugas marinas en varios medios de comunicación masiva⁶, gracias a lo cual cada temporada llegan voluntarios nacionales y extranjeros de diferentes edades, y estudiantes de diversos niveles educativos. El objetivo principal que se persigue al convocar y recibir a estos visitantes es proporcionarles información básica sobre estos quelonios, tanto teórica por medio de pláticas, como práctica mediante las actividades que se realizan en el campamento: patrullar la playa, cuidado del corral de incubación durante las eclosiones para recoger y liberar crías por la noche y apoyar en la colecta de datos de proyectos de investigación.

Otra modalidad de esta estrategia es la *Semana de la Tortuga* que se inició en 1996, con el objetivo de que niños de las escuelas primarias de la zona aledaña al Santuario conozcan el ciclo de vida de las tortugas y los peligros que las amenazan, para propiciar la interacción de los niños con estas especies y convencerlos de no consumir ni la carne ni los huevos de estos reptiles.

En esa semana, de acuerdo con un calendario preestablecido, grupos de 60 niños en promedio visitan el campamento por un día. Las actividades se desarrollan en forma de taller y siguen un programa específicamente diseñado (Fig. 2). Estos talleres también se efectúan en las escuelas primarias y cada niño recibe un paquete de material didáctico gratuito, que también se entrega a maestros de escuelas y técnicos de otras instituciones con el fin de que lo apliquen y difundan.

Figura 2
Diagrama del programa del Taller
de educación Ambiental que se realiza en el
Campamento tortuguero La Gloria



Fin del taller.

6. Uno de estos medios es la página web <http://costera.melauque.udg.mx>

* Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Desarrollo y participación comunitaria

El personal del programa de conservación de la tortuga marina mantiene estrecha relación con las organizaciones sociales aledañas al Santuario, gracias a los más de 20 años de trabajo que han desarrollado en torno a este reptil y en otras áreas, tales como la acuicultura, las pesquerías y el ecoturismo. Ejemplo de ello es el vínculo existente con la cooperativa pesquera La Cruz de Loreto, cuyos miembros han participado directamente en las actividades del programa.

La presencia de voluntarios en los campamentos tortugueros de todo el país ha sido por muchos años un apoyo importante para el desarrollo del trabajo. En La Gloria hay grupos que cada año han participado directamente en las actividades de protección, si bien las condiciones en que se encontraba inicialmente el campamento eran poco confortables.

Una forma importante de difusión que se ha dado desde el inicio del programa a lo largo de más de 20 años de trabajo es la comunicación personal que ha permitido el reclutamiento año con año de nuevos voluntarios, así como con carteles, medios de comunicación (prensa, radio, televisión, etc.). En las últimas temporadas las nuevas tecnologías han permitido que se incremente la difusión del Programa por el internet.

Resultados

Investigación y monitoreo

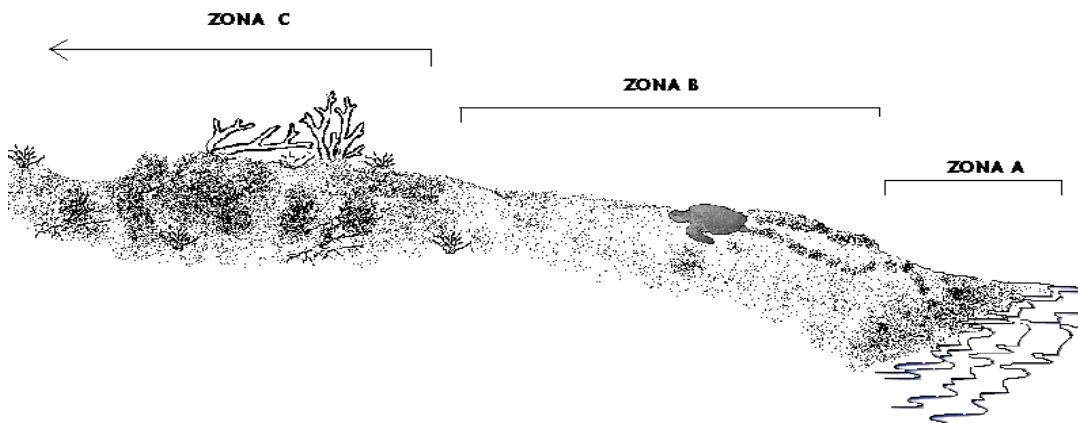
Estimación de la abundancia. Los censos se han llevado a cabo durante más de 10 años consecutivos, en los pri-

meros siete se registró la anidación de 60 a 75% de los días de cada temporada, aunque desde el año 2002 esta proporción alcanzó 95%. La abundancia de las poblaciones de *Lepidochelys olivacea* se ha mantenido y, por otro lado, en los últimos dos años analizados (2003 y 2004), la depredación humana se redujo, por lo que alcanzó 25% del total de las anidaciones. De acuerdo con el análisis en proceso, se estima que en los 29 km de playa donde se realizan los censos, llegan a anidar aproximadamente 3 000 hembras por temporada. Los nidos son más numerosos en los meses de agosto y septiembre y la mayoría se deposita dentro de una franja de playa de 10 km de longitud (5 km al norte y 5 km al sur del campamento de la Gloria). Los desoves son más frecuentes alrededor de las fases lunares de cuarto menguante y creciente. Por otro lado, aproximadamente 90% de las hembras oviposita en la zona B, que se ubica desde el nivel adonde llega la marea máxima, hasta donde inician los médanos (Fig. 3).

Técnicas de manejo de nidos. En las temporadas comprendidas entre 1996 y 2004 se registraron diariamente la humedad y la temperatura dentro del corral de incubación (a 45 cm de profundidad), lo que ha permitido conocer los cambios en el tiempo y el espacio de estas dos variables ambientales. El promedio óptimo de éstas, para el desarrollo embrionario, fue de 27.9 °C y 6.7%, respectivamente (Trejo-Robles, 2000).

Con el propósito de evaluar el efecto de la manipulación de los nidos en los índices de avivamiento y, por ende, en el número de crías liberadas al mar, se han llevado a cabo el seguimiento y la supervisión de muestras de huevos no eclosionados de los nidos incubados en el corral e *in situ* durante toda la temporada de anidación. Los huevos analizados representaron 30% del

Figura 3
Representación del perfil de playa. La división en zonas se realiza para identificar el lugar donde anidan las tortugas golfinas



total, cifra que en número representa alrededor de 100 mil huevos, que fueron utilizados para determinar el estadio de desarrollo de los embriones.

Algunos resultados de estos estudios han sido publicados por Galván-Piña (1991), quién menciona que 92% de los huevos muertos muestreados en un año, o bien no fueron fecundados, o no alcanzaron etapas de desarrollo embrionario que pudieran ser observados con el estereoscopio, por lo que fueron clasificados como “indefinidos” o “indeterminados”. Asimismo, Trejo-Robles (1993) en un análisis de nidos *in situ* señaló que 81.25% de los embriones muertos pertenecía a esta categoría y que la mortalidad fue mayor entre los estadios uno y 15, así como entre el 29 y 31 (se usaron los criterios establecidos por Craatz, 1982); también encontró una alta correlación entre el albinismo y las anomalías en la cabeza.

Carretero-Montes y Trejo-Robles (2000) reportaron haber encontrado menor porcentaje de embriones indeterminados en nidos mantenidos *in situ* (10.2%) que en corrales (17.8%), aunque también mencionaron que la mortalidad fue similar en los dos grupos y que ésta fue mayor en los embriones en los estadios 10-14 y 25-30. Los análisis de mortalidad por zonas dentro del corral indicaron que la posición en la que fue sembrado el nido no influyó en la sobrevivencia de los embriones.

La proporción de sexos en el corral fue similar a la encontrada en condiciones naturales. Trejo-Robles (1993) y Valadez-González *et al.* (2000) encontraron que la proporción de sexos (hembras:machos) fue de 7:3 y que al inicio de la temporada (agosto-octubre) todas las crías fueron hembras, mientras que al final (noviembre-diciembre) todas eran machos. Estos estudios responden algunas de las preguntas formuladas por Limpus y Miller (1980) referentes a las consecuencias del manejo de los nidos.

Dentro del Programa de Conservación de la Tortuga Marina del CUCSUR se han logrado importantes resultados académicos, entre los que se encuentra la organización de cuatro congresos (tres nacionales y uno internacional), dentro de los llamados Encuentros Interuniversitarios sobre tortugas marinas. Destaca además la presentación de alrededor de cien ponencias en congresos nacionales e internacionales, la publicación de más de 15 artículos científicos y técnicos, la elaboración de 17 tesis de licenciatura y cuatro de maestría, como ejemplo de ello se están los trabajos de Silva-Bátiz (1986), González-García (1989), Galván-Piña (1991), López-Hernández (1992), Godínez-Domínguez *et al.* (1993), Carretero-Montes (1996), López-Chávez (2000), Trejo-Robles (2000), Trejo-Robles *et al.* (2000, 2002 y 2003) y Carretero-Montes *et al.* (2003), entre otros.

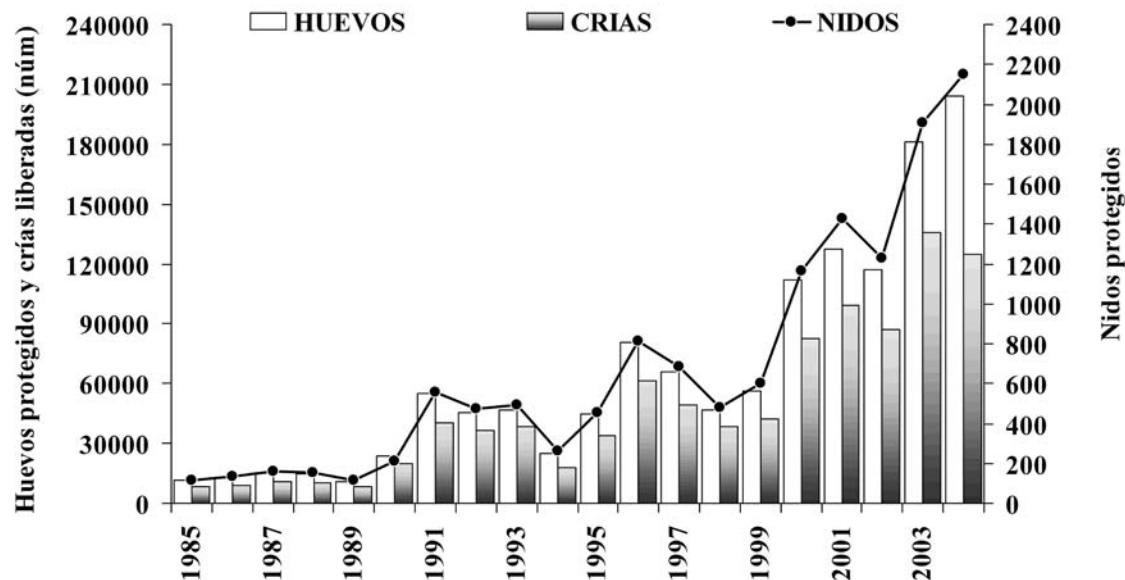
Protección. Durante las primeras temporadas, debido a las condiciones en las que operaba el campamento, los recorridos se hacían a pie, por lo que la distancia protegida era de diez o doce kilómetros; en 1989, gracias a la donación de motocicletas todo terreno por parte de la empresa Honda, la distancia se extendió hasta 20 kilómetros (dependiendo de la cantidad de gasolina disponible). En 1996 se adquirieron dos cuatrimotos y en 1997 otras dos más, gracias a lo cual la protección pudo abarcar una franja de 29 kilómetros, de modo que a partir de ese año, en cada recorrido se patrullan 58 kilómetros.

Cada noche se realizan al menos dos recorridos, si las condiciones ambientales y de la anidación, así como de los recursos disponibles, lo permiten; es decir, que el área que se vigila es en promedio de 116 km por día, o una distancia promedio por temporada de 14 732 km. De tal forma, entre 1996 y 2005, el total de los kilómetros patrullado es de 147 320 aproximadamente.

En los 20 años de trabajo, la tendencia de la anidación ha sido creciente ($y = 93.112x - 284.28$; $r^2 = 0.788$; $N = 20$; $p < 0.05$), aunque con amplias variaciones (Fig. 4). En 1985 se protegieron 117 nidos y 1 349 huevos, mientras que 8 282 crías se liberaron al mar y la eclosión fue de 75%. En 1991, después de seis años en los que hubo pocos cambios, se recogieron 560 nidos (54 782 huevos, 40 390 crías liberadas), de los que 73.9% de los huevos eclosionó. En 1996 hubo un repunte en la colecta, ya que se protegieron 816 nidos (80 813 huevos, 61 589 crías liberadas) y la eclosión fue de 77.6%. En la temporada 2000 se detectó otro incremento, ya que se recolectaron 1 163 nidos (112 135 huevos, 82 836 crías) aunque el índice de eclosión disminuyó a 75.1%. A partir de ese año la anidación se incrementó gradualmente, excepto en 2002, de forma que en 2004 se obtuvo un total de 2 248 nidos (212 324 huevos, 159 186 crías) con una eclosión de 75.2 por ciento.

En el tiempo en que se han realizado los trabajos de conservación se han protegido 13 680 nidos, lo que equivale a 1 319 519 huevos y 992 975 crías liberadas al mar. Se ha contado con la participación de instituciones gubernamentales, entre ellas, la Secretaría de Marina (SEMARINA), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la Policía Federal de Caminos y los ayuntamientos de Tomatlán y Cihuatlán con sus respectivas corporaciones, la policía estatal y la Agencia Federal de Investigaciones (AFI), quienes han logrado la detención de un número considerable de traficantes de productos y subproductos de tortuga.

Figura 4
Resultados de la protección de 1985 a 2004



Educación ambiental. Las actividades de instrucción sobre temas relacionados con el ambiente se realizan con personas pertenecientes a diferentes estratos sociales. En su extensión más amplia implica a la sociedad civil, en general, por lo que el principal indicador de la repercusión de este trabajo es el número de personas que visitan el campamento tortuguero y que participan como voluntarias en las tareas de protección y en los talleres que se imparten (Fig. 5).

Cada año se reciben de 250 a 300 voluntarios provenientes de escuelas de educación media y superior del país, como es el caso de las preparatorias regionales de los municipios de Cihuatlán, Tomatlán, Ameca Mascota y La Huerta, además las de la zona metropolitana de Guadalajara y del extranjero, como la High School de Moscow, Idaho, USA. También se ha logrado despertar el interés de maestros de escuelas primarias, secundarias y preparatorias, así como de organizaciones sociales interesadas en difundir estas actividades, por lo que se les ha capacitado para desarrollar este taller en sus áreas de trabajo, y se les ha entregado el material necesario.

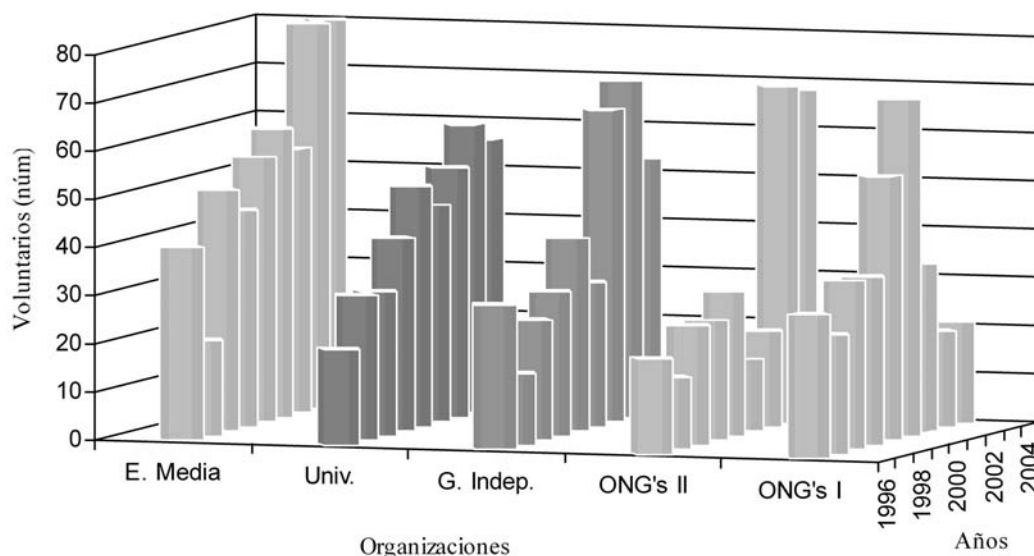
Cabe destacar las actividades que la preparatoria regional de Ameca ha realizado a partir del año 2003, cuando un grupo de maestros y estudiantes de esta institución, se hizo consciente de las necesidades de los pobladores de La Gloria y Pino Suárez y decidió participar en las actividades de protección y realizar

acciones en beneficio de la comunidad. Con base en lo anterior se instrumentó un plan de trabajo consistente en ofrecer consultas médicas (odontológicas y homeopáticas) y veterinarias, así como en la realización de un bazar de ropa y calzado. La Coordinación del programa buscó las instalaciones adecuadas, realizó las actividades de difusión y los traslados. En respuesta al ejemplo de la preparatoria de Ameca, el Grupo Juvenil de la Cruz Roja de Guadalajara propuso la realización de talleres en favor de la comunidad, en el 2004.

Cada año también participa un promedio de 40 voluntarios extranjeros, provenientes de Alemania, España, Estados Unidos, Inglaterra y Japón, entre otros países, con estadías de entre dos a diez semanas. Los miembros de agrupaciones de la sociedad civil también han colaborado en este campamento, tales como One Work World Force, Turismo sin Fronteras, el Grupo Juvenil de la Cruz Roja de Guadalajara, grupos de niños exploradores (*Boy Scouts*), grupos de Salvamento, entre otros.

Los niños en edad escolar que habitan en las poblaciones aledañas al área de anidación conforman uno de los estratos de la sociedad más importantes para este Programa, por lo que el número de talleres que se ofrecen en las escuelas de diferentes niveles educativos así como la cantidad de niños de escuelas primarias que participa en la Semana de la Tortuga,

Figura 5
Voluntarios asistentes al campamento tortuguero La Gloria en las temporadas de anidación comprendidas entre 1996 y 2004



E Media: Escuelas de Educación Media Superior. Univ: Universidades. G. INDEP: Grupos independientes. ONG I: Organizaciones No Gubernamentales Internacionales; ONG II Organizaciones No Gubernamentales Nacionales.

desde 1996 y los paquetes didácticos distribuidos a esos mismos niños y otras instituciones, se utilizan como indicadores del éxito del programa.

El número de participantes en La Semana de la Tortuga es de aproximadamente 300 por año (Fig. 6). En este evento también colaboran miembros de las cooperativas pesqueras de la zona.

Un resultado alentador de este taller, mencionado por los adultos, es la influencia de los niños dentro del núcleo familiar. Las pláticas que han recibido y las actividades desarrolladas los ha convencido de persuadir a sus padres y hermanos de no consumir huevos o matar tortugas marinas. Cabe mencionar que el objetivo de este taller era propiciar cambios en la conducta de los niños, y si bien no se ha evaluado el efecto en el resto de la comunidad, hay indicios de que muchas familias están modificando sus hábitos.

Otro estrato muy importante lo constituyen los pescadores, a quienes se les han impartido talleres, específicamente, a los miembros de las sociedades cooperativas de las localidades que participan en las actividades de conservación de la tortuga marina (Tabla 1).

La colaboración de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera La Cruz de Loreto ha sido de gran trascendencia para el desarrollo de esta estrategia, ya que sus miembros se han involucrado directamente en las tareas de protección.

La participación de las comunidades. Esta estrategia se ha centrado en la capacitación de los miembros de la Cooperativa Pesquera La Cruz de Loreto, organización que es un icono de trabajo y coordinación, gracias a lo cual el resto de la comunidad aprecia las actividades del Programa como una nueva expectativa de trabajo, así como las ventajas de conservar el recurso para utilizarlo en el futuro, tal y como lo hicieron sus padres y abuelos, pero ahora de manera sustentable. Esto ha contribuido a que los integrantes de la cooperativa se sientan parte activa de la conservación y los ha motivado, principalmente a los jóvenes, a difundir el material educativo, la información y sus experiencias entre familiares y amigos.

El número de miembros de esta agrupación es de alrededor de 40 personas. A ellas se les han impartido 13 talleres de capacitación en la operación de campamentos tortugueros y como resultado al menos tres pescadores se han incorporado a las actividades específicas para ese fin.

Algunos pescadores de esta cooperativa permanecen en el campamento durante los siete meses que comprende la temporada de anidación. Durante su estancia colaboran en todas las actividades: protección, educación ambiental, ecoturismo e investigación, avistamiento y mantenimiento y son corresponsables del buen funcionamiento y del logro de las estrategias instrumentadas. A estos pescadores se les asigna una

Figura 6
Actividades que se desarrollan durante
la Semana de la Tortuga



compensación económica que se obtiene de las aportaciones de voluntarios o de proyectos aprobados, y que es equivalente al ingreso promedio que recibirían en su cooperativa si salieran a pescar. De igual forma, se han impartido tres talleres a la Cooperativa Pesquera de La Gloria (municipio de Tomatlán); sin embargo, aún no se ha logrado que participen directamente en las labores del campamento.

Tabla 1
Influencia de las actividades de educación ambiental
realizadas en el programa de la tortuga marina
del CUCSUR desde 1996 hasta 2004

<i>Actividad desarrollada</i>	<i>Cantidad (núm.)</i>
Talleres en escuelas primarias	47
Primarias participantes	19
Secundarias participantes	9
Niños en campamento	4 650
Preparatorias participantes	9
Talleres en preparatorias	18
Estudiantes	3 000
Paquetes didácticos	1
Talleres a cooperativas	13

Con el fin de promover el desarrollo de las comunidades, se ha fortalecido la capacitación en ecoturismo a los miembros de cooperativas pesqueras y ejidos de la región. Este aspecto ha sido impulsado gracias a la asistencia de algunas organizaciones como One World Workforce y la High School de Moscow, Idaho (EU), que han participado cada año con la visita de estudiantes ecoturistas internacionales. Estos grupos además de estar interesados en la protección de la tortuga marina (que generalmente se realiza por la noche), también se muestran atraídos hacia otras actividades de conservación que pueden realizarse en el área. En los últimos dos años se han integrado maestros y estudiantes de las preparatorias regionales de Jalisco, en dos o tres grupos de 25 a 35 personas cada uno, así como asociaciones de *scouts*, miembros de grupos ecologistas y personas independientes que comparten estos intereses.

Gracias al ecoturismo se crearon fuentes de trabajo para las comunidades aledañas, en áreas como la preparación de alimentos y la realización de actividades que requieren otros recursos, como embarcaciones o caballos. Esto ha permitido organizar recorridos en una panga sin motor en el estero El Chorro, para avistar aves y reptiles, así como paseos a caballo. Al principio estas acciones fueron dirigidas por un biólogo pero, gracias a los talleres realizados por miembros del Departamento de Turismo del CUCSUR, actualmente el personal de la comunidad funge como guía y personal de apoyo. El ecoturismo ha producido una pequeña pero significativa derrama económica para las personas de la comunidad que participan directamente en estas actividades y promete ser atractiva en el futuro.

Discusión

El Programa de Conservación a la Tortuga Marina del CUCSUR incluye estrategias que están concebidas

para realizarse de manera conjunta. Su realización vinculada permite aprovechar al máximo los recursos financieros, así como el apoyo de las cooperativas pesqueras, las organizaciones no gubernamentales (ONG), las instituciones federales y estatales, los ejidatarios, las personas de la comunidad, los voluntarios, los ecoturistas, los jóvenes y los niños.

El programa está comprometido desde hace años con la consecución de la disminución de la tasa de pérdida de nidos por depredación humana, así como en mejorar los resultados de la protección cada año. Así, si actualmente el índice de nidos protegidos es de 75%, el objetivo del programa es alcanzar al menos 85%. Esto equivale a un incremento del número de nidos protegidos en un promedio de 100 a 200 por año, lo que significa, coleccionar alrededor de 2 000 nidos en la franja de playa que protege el personal del campamento tortuguero de La Gloria durante las temporadas venideras. Asimismo se planea liberar al mar cerca de 100 mil crías por año.

Los resultados indican que la anidación es mayor cerca del campamento tortuguero, lo que sugiere que el número de anidaciones podría incrementarse mejorando la protección en los primeros kilómetros alrededor del campamento; sin embargo, los objetivos contemplan que se aumente el número de nidos depositados en cada zona y no sólo de los coleccionados, por lo que el esfuerzo del muestreo debe realizarse de la misma forma, tanto en el primer kilómetro como en el último.

En los tres últimos años se ha logrado realizar censos en 95% de los días que comprenden la temporada (julio-diciembre), lo que permite estimar la cantidad de hembras. El seguimiento de los individuos por medio de marcas no es eficiente en todas las especies (Jiménez-Quiroz y Márquez-Millán, 2002). En esta área la gran pérdida de marcas y la pequeña probabilidad de avistamiento de la tortuga en la playa, debido a la extensión del Playón de Mismaloya, ha limitado el uso de la técnica de marcado-recaptura, por lo que se ha optado por hacer los censos.

Es necesario optimizar el sistema de muestreo mediante el aumento del tamaño de la muestra para disminuir el sesgo e incrementar la precisión de los estimadores al usar de manera eficiente los recursos materiales. Esto permitiría proponer una metodología adecuada para la evaluación de las poblaciones en playas de anidación con características similares al Playón de Mismaloya. Cabe mencionar que dicho sistema depende en gran medida de los recursos económicos con que se cuente cada temporada.

Los resultados de comparar los índices de eclosión, mortalidad embrionaria y proporción sexual de los nidos trasladados al corral de incubación y los

mantenidos *in situ*, indican que no existe diferencia significativa entre ellos (Galván-Piña, 1991; Trejo-Robles, 1993; Trejo-Robles, 2000; Valadez-González *et al.*, 2000), lo que muestra que el trasplante de los huevos al corral de incubación no afecta a la colonia de tortugas marinas que anida en esta región (Broderick *et al.*, 2000). Mortimer (2000) menciona que este método de incubación puede producir un efecto negativo en las poblaciones de tortugas marinas; empero, las estimaciones realizadas permiten suponer que si no se utilizara esta técnica, 95% de las nidadas se perdería por depredación, principalmente humana.

En relación con las variables ambientales dentro del nido, se ha observado que las lluvias superiores a los 10 mm aumentan la concentración de oxígeno en la arena y contribuyen al desarrollo del embrión (Prange y Ackerman, 1974; Shaver, 1988); sin embargo, hay que considerar que todas las playas tienen grados de saturación diferentes, por lo que esta variable cambia dependiendo del lugar. Trejo-Robles (2000) menciona que en la zona del campamento de La Gloria el promedio de humedad que propicia la mayor sobrevivencia de los embriones de *L. olivacea* es de 6.7% de saturación y la temperatura de 27.9 °C.

Existen otros factores que influyen en el índice de eclosión, como el porcentaje de huevos indeterminados (considerados como infértiles por algunos autores). Trejo-Robles (2000) menciona que 10.2% de los huevos de *L. olivacea* corresponde a esta categoría, proporción similar a la registrada por Fowler (1979) en *Chelonia mydas* (10.23 por ciento).

Como ya se mencionó, sin las actividades de protección que se realizan desde el campamento de La Gloria, 95% de los nidos sería depredados por las personas que se dedican a extraerlos ilegalmente (*hueveros*); en este sentido, es indudable que la integración de la comunidad a estas labores ha significado gran avance en la conservación de estos quelonios y de otros recursos naturales de la región. La participación de las comunidades es una de las prioridades en este Programa, ya que sus pobladores, inducidos por la necesidad económica (o al menos es el argumento que esgrimen), han propiciado al deterioro de sus recursos. Por ello se ha planeado incorporar mayor número de organizaciones y, en su caso, de actores sociales, que vean a la tortuga como un organismo que puede proporcionar más beneficios si se le conserva vivo, que por el comercio de la carne, los huevos y la piel, que han realizado varias generaciones, con el resultado del colapso de las colonias.

La educación ambiental permite llegar al corazón de la familia, sobre todo cuando se trabaja con niños, por lo que durante la incorporación de los distintos grupos de edad en estas actividades, se incide en la

creación de hábitos y procesos de reflexión que contribuyen a modificar su conducta hacia la naturaleza (de la Garza *et al.*, 1992). No obstante, aun cuando hay grandes avances en esta materia, todavía falta mucho por hacer. Por ello se considera necesario incorporar más personal al campamento e involucrar a un mayor número de maestros y alumnos de preparatorias y a universitarios interesados en esta labor. Con este propósito se pretende buscar financiamiento suficiente para fortalecer la campaña de difusión y educación que se desarrolla en las poblaciones costeras.

Las estrategias planteadas en el presente trabajo se han encaminado a la obtención de tres objetivos: el manejo sustentable del Santuario Playón de Mismaloya; incrementar la participación ciudadana en las actividades de protección, tanto de la sociedad en lo general, como de los grupos cercanos al Santuario; e incrementar el financiamiento externo.

Estos tres factores contribuirán a la conservación de los recursos naturales de la zona de anidación y asegurarán en el largo plazo, la permanencia de las tortugas marinas en el santuario Playón de Mismaloya.

Agradecimientos

Como ya se ha mencionado, a lo largo de los años han colaborado instituciones gubernamentales, entre las que se encuentran, la Secretaría de Marina (SEMARINA), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la Policía Federal de Caminos y los Ayuntamientos de Tmatlán y Cihuatlán con sus respectivas corporaciones, la Policía Estatal y la Agencia Federal de Investigaciones (AFI). Otra importante contribución ha sido la de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de La Cruz de Loreto, la que se ha mantenido atenta a las necesidades del campamento, lo que ha permitido fortalecer el vínculo de trabajo a favor de las tortugas marinas. También cabe resaltar que son invaluable el trabajo y el esfuerzo realizados por todas las personas que han participado en el Programa Universitario de Protección y Conservación de Tortugas Marinas del CUCSUR, voluntarios nacionales y extranjeros, prestadores de servicio social y prácticas de campo, estudiantes de intercambio, tesis, comunicadores (prensa, radio y televisión) o personal de la Universidad de Guadalajara, todos ellos desde el inicio de las actividades y de diferentes maneras, han contribuido a mantener el Programa y, por ende, a la conservación de las tortugas marinas.

Referencias bibliográficas

- BRODERICK, A.C., B.J. Godley, S. Reece y J.R. Downie. 2000. Incubation periods and sex ratios of green turtles: highly female biased hatchling production in the eastern Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 202:273-281.
- CARRETERO-MONTES, R.E. 1996. Growth and mortality of hatchling olive ridleys under captivity during eleven months in Proceedings of the Fifteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. *NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC*, 387:54-57.
- CARRETERO-MONTES, R.E. y J.A. Trejo-Robles. 2000. Hatching and emergence of *Lepidochelys olivacea* from protected and unprotected nests in "La Gloria" (Playón de Mismaloya), Jalisco, Mexico: 1991-1994. Actas del VIII Simposio Internacional de la Tortuga Marina. *NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC*, 436:1-184.
- CARRETERO-MONTES, R.E., J.A. Trejo-Robles., F.A. Silva-Bátiz y F.J. Lopez-Chávez. 2003. Turismo participativo en el campamento tortuguero La Gloria, municipio de Tmatlán, Jalisco. *Memorias del Congreso Internacional sobre el desarrollo del turismo sustentable: evolución, retos y perspectivas* (documento electrónico). Cancún, Quintana Roo, México, del 23 al 25 de mayo de 2003.
- CASAS-ANDREU, G. 1978. Análisis de la anidación de las tortugas marinas del género *Lepidochelys* en México. *Centro Cienc. del mar y Limnol. UNAM.*, 5(1):1-306. Disponible en: http://www.biblioweb.dgsc.unam.mx/cienciasdelmar/anales_c/idx_cent.htm
- CITES. 1973. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Firmada en Washington el 3 de marzo de 1973. Texto disponible en: <http://www.cites.org/esp/disc/text.shtml>
- CRAZTS, F. 1982. Embriological stages of the marine turtles *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829). *Rev. Biol Trop.*, 30(2):113-120.
- DE LA GARZA, G., R. Hernández, F. del Real y E. Loa. 1992. El subprograma de educación ambiental en el contexto del programa nacional de protección y conservación de la tortuga marina. En: *Memorias del primer Taller de Educación ambiental para la protección y conservación de las tortugas marinas*. Subsecretaría de Ecología. SEDUE. 65p.
- DOF. 1986. Decreto por el que se determinan como Zonas de Reserva y Sitios de Refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, los lugares donde anida y desovan dichas especies. *Diario Oficial de la Federación*. México, octubre 29.
- DOF. 2002a. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 6 de marzo.
- DOF. 2002b. Acuerdo por el que se determinan como áreas naturales protegidas, con la categoría de santuarios, a las zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, ubicadas en los estados de Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán, identificadas en el decreto publicado el 29 de octubre de 1986. *Diario Oficial de la Federación*. 16 de julio de 2002.
- FOWLER, L.E. 1979. Hatching success and nest predation in the green sea turtle *Chelonia mydas* at Tortuguero, Costa Rica. *Ecology*, 60(5):946-955.
- GALVÁN-PIÑA, V.H. 1991. Estudio de la mortalidad embrionaria de *Lepidochelys olivacea* en nidos incubados semi-naturalmente

- en el Playón de Mismaloya, Jalisco, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas. UdeG. Guadalajara. 74p.
- GODÍNEZ-DOMÍNGUEZ, E., R.E. Carretero-Montes, F.A. Silva-Bátiz, S. Ruiz y B. Aguilar. 1993. Crecimiento de neonatos de *Chelonia agassizii* (Testudines: Cheloniidae) en cautiverio. *Rev. Biol. Trop.*, 41(2):253-260.
- GODÍNEZ-DOMÍNGUEZ, E., F.A. Silva-Bátiz e I. Enciso-Padilla. 1991. *Manual de técnicas y procedimientos de protección en campo de la tortuga marina en el estado de Jalisco*. Programa Interinstitucional de Protección y Conservación de la Tortuga Marina en el Estado de Jalisco. SEDUE, SEPESCA, COESE, UdeG. Facultad de Ciencias Biológicas, UdeG. 23p.
- GONZÁLEZ-GARCÍA, J.R. 1989. *Aspectos físico químicos y microbiológicos del moco presente en la oviposición de tortuga marina* (*Lepidochelys olivacea* y *Dermochelys coriacea*) y su implicación en el cultivo. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 69p.
- JIMÉNEZ-QUIROZ, M.C. y R. Márquez-Millán. 2002. Pérdida de marcas metálicas en la tortuga marina lora (*Lepidochelys kempii*) que anida en Rancho Nuevo, Tamaulipas, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología UNAM*, 73(2):193-203.
- LIMPUS, C.J. y J.D. Miller. 1980. Potential problems in artificial incubation of turtle eggs. *Herpetofauna*, 12 (1):23-24.
- LÓPEZ-CHÁVEZ, F. 2000. *Estructura genética de colonias anidadoras de tortuga golfinia* (*Lepidochelys olivacea*) en el Pacífico mexicano y centroamericano. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UdeC, México. 65p.
- LÓPEZ-HERNÁNDEZ, J. 1992. *Estudio del método reducido de siembra de nidos seminaturales de tortuga marina* *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) divididos e incubados a diferentes profundidades en el Playón de Mismaloya, Jalisco. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 79p.
- MÁRQUEZ-MILLÁN, R. 1996. *Las tortugas marinas y nuestro tiempo*. La Ciencia desde México, 144. Fondo de Cultura Económica, México. 197p.
- MCGEEHEE, M.A. 1979. *Factors affecting the hatching success of loggerhead sea turtle eggs* (*Caretta caretta caretta*). Tesis de maestría en ciencias, Univ. Central Florida, Orlando. 252p.
- MORTIMER, J. 2000. Reducción de las amenazas a los huevos y a las crías: Los viveros. En: K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (eds.). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de tortugas marinas*. Grupo de Especialistas en tortugas marinas UICN/CSE, 4. pp. 199-203.
- PRANGE, H.D. y R.A. Ackerman. 1974. Oxygen consumption and mechanisms of gas exchange of green turtle (*Chelonia mydas*) eggs and hatchlings. *COPELA*, 1974(3):758-763.
- RICHARDSON, J. 2000. Prioridades para los estudios sobre la biología de la reproducción de la anidación. En: K.L. Eckert, K. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly. *Técnicas de Investigación y manejo para la conservación de las Tortugas Marina*. Grupo especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE, 4. pp. 9-12.
- SHAVER, D.J. 1988. Estudio sobre los huevos de tortuga lora colectados en Rancho Nuevo, México e incubados en cajas de poliuretano en Isla Padre, Texas. *Memorias del V Encuentro Interuniversitario sobre Tortugas Marinas en México*. Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán México. pp. 287-289.
- SILVA-BÁTIZ, F.A. 1986. *Temperatura pivote para la diferenciación sexual de la tortuga marina* *Lepidochelys olivacea* y sus implicaciones en las prácticas de conservación. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UdeG, Guadalajara. 80p.
- SILVA-BÁTIZ, F.A., E. Godínez-Domínguez y J.A. Trejo-Robles. 1996. Status of olive ridley nesting population in Playón de Mismaloya, México: 13 year of data. *Actas del xv Simposio Anual de la Tortuga Marina. Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC*, 387:302-304.
- TREJO-ROBLES, J.A. 1993. *Proporción sexual y mortalidad embrionaria en nidos naturales de Lepidochelys olivacea en la playa de anidación La Gloria, Jalisco, México*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UdeG, Guadalajara. 88p.
- TREJO-ROBLES, J.A. 2000. *Mortalidad embrionaria en nidos protegidos de tortuga golfinia* *Lepidochelys olivacea* en la reserva playón de Mismaloya Jalisco. México. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UdeC, Tecomán. 91p.
- TREJO-ROBLES, J.A., R.E. Carretero-Montes, F.J. Jacobo-Pérez y J.C. Rodríguez-Salgado. 2000. An analysis of protection to the sea turtle at Camp Majahuas, Jalisco, Mexico. *Actas del XVIII Simposio Internacional de la Tortuga Marina*. Departamento de Comercio de Estados Unidos. *NOAA Technical Memorandum. NMFS-SEFSC*, 436:215-216.
- TREJO-ROBLES, J.A., R.E. Carretero-Montes y F.A. Silva-Bátiz. 2002. Participación comunitaria en la conservación de las tortugas marinas del Playón de Mismaloya. *De Vinculación y Ciencia. Universidad de Guadalajara*. 4(9):42-53.
- TREJO-ROBLES, J.A., R.E. Carretero-Montes, F. Silva-Bátiz y F. López. 2003. Integración de las comunidades al turismo sustentable: estrategias para combatir la degradación ambiental. Tortugas marinas. *Memorias del Congreso Internacional sobre el desarrollo del turismo sustentable: evolución, retos y perspectivas*. (Electrónico) Cancún, Quintana Roo, México, del 23 al 25 de mayo de 2003.
- UICN. 1995. *Estrategia mundial para la conservación de las tortugas marinas*. Grupo de Especialistas de Tortugas Marinas. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales, UICN/CSE. Arlington, Virginia. 24p.
- VALADEZ-GONZÁLEZ, C., F. de Asís Silva-Bátiz, y S. Hernández-Vázquez. 2000. Proporción sexual en crías de la tortuga marina *Lepidochelys olivacea*, producida en corral de incubación en la playa de anidación La Gloria, Jalisco, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas Universidad del Zulia*, 34(3): 305-313.
- VAN BUSKIRK, J. y L.B. Crowder. 1994. Life-history variation in marine turtles. *COPELA*, 1994: 66-81.
- VAN DER HEIDEN, A.M., R. Briseño-Dueñas y D. Ríos-Olmeda. 1985. A simplified method for determining sex in hatchling sea turtles. *COPELA*, 1985(3):779-782.

Actividades de protección, investigación y manejo de tortugas marinas en Colima y Jalisco*

Sergio Aguilar Olguín**

Estela Carretero Montes*****

Armando Hernández Corona***

L. Hernández Jiménez**

Ma. del Carmen Jiménez Quiroz****

René Márquez Millán*****

Ma. de la Cruz Rivera Rodríguez**

José Antonio Trejo Robles*****

Heriberto Santana Hernández****

Francisco de Asís Silva Bátiz*****

Juan Javier Valdez Flores****

Resumen

Se presentan los resultados de las actividades de conservación y manejo de las tortugas marinas en la costa occidental de México. Las especies observadas en la región son: *Lepidochelys olivacea* (golfina), *Chelonia mydas* (prieta), *Dermochelys coriacea* (laúd) y *Eretmochelys imbricata* (carey). Las primeras actividades de prospección y marcado de tortugas marinas se desarrollaron en 1966 y los primeros campamentos en el Pacífico se instalaron en 1965 en Boca de Pascuales y Boca de Apiza, Colima. En 2005 había 15 campamentos y cuatro playas de Jalisco habían sido declaradas Santuarios. Las colonias más abundantes son las de Boca de Apiza-Chupadero (Colima) y el Playón de Mismaloya (Jalisco). La tendencia de la anidación ha sido creciente en tres de los cuatro campamentos más antiguos, a pesar de que el saqueo ha sido continuo (en particular en el Playón), y de las fluctuaciones determinadas por los eventos climáticos. El avivamien-

to promedio en la región ha sido superior a 60%. En todos los campamentos se desarrollan programas de educación ambiental, dentro de los que cabe destacar los del Centro Ecológico de Cuyutlán, que tiene corrales de incubación, así como zonas de exhibición de animales vivos y áreas de esparcimiento. Otras actividades que comienzan a ser exploradas son el ecoturismo y la participación comunitaria en la protección.

Palabras clave: Protección, tortugas marinas, campamentos, costa occidental de México, avivamiento, saqueo, captura incidental.

Introducción

En el Pacífico mexicano se encuentran algunas de las colonias más importantes de tortugas marinas del mundo. Los quelonios han sido muy importantes para las poblaciones costeras de la región, porque las utilizaban para alimentarse con la carne y los huevos; sin embargo, como en el resto del país, la demanda por la piel disparó la explotación de estas especies en la década de los sesenta, a tal grado que fue necesario desarrollar las primeras estrategias para protegerlas, una de las cuales fue localizar las playas de anidación más importantes e iniciar los trabajos de investigación y conservación (Márquez-Millán *et al.*, 1976; Márquez-Millán y Jiménez-Quiroz, 2006).

Los trabajos de prospección y marcado realizados en 1966-1967 (Fig. 1) y 1970 (Vargas-Molinar, 1973; Casas-Andreu, 1978) mostraron que en la costa occidental de México (Colima y Jalisco) anidaban las tortugas marinas *Lepidochelys olivacea* (golfina), *Chelonia mydas* (prieta) y *Dermochelys coriacea* (laúd). Empero, a pesar de que se identificaron colonias muy

* El orden de los autores es alfabético.

** Centro Ecológico de Cuyutlán El Tortugario. Domicilio conocido. Cuyutlán, Colima. Correo electrónico: tortugacuyutlan@hotmail.com.

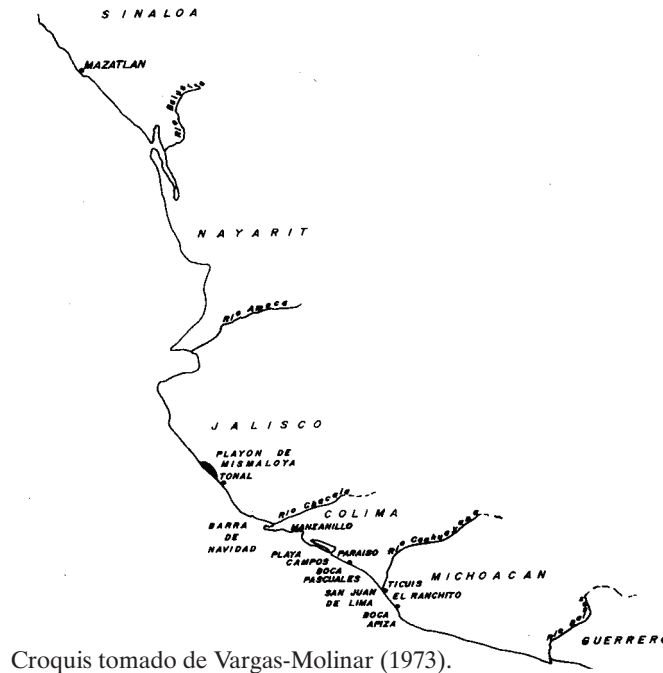
*** Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Andador 15, núm. 234; Col. Chamizal, Tecomán, Colima. Tel. (313) 32 8 47 41. acorona@conanp.gob.mx, rmontes@costera.melaque.udg.mx

**** CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, Playa Ventanas s/n, Manzanillo, Colima. CP. 28200, México; Tel: (314) 33 2 37 50; Fax: (314) 33 2 37 51. Correo electrónico: mcjquiroz@hotmail.com; te-captur@webtelmex.net.mx

***** Comisión Interamericana de Tortuga Marina-Comité Científico. Av. J. Ortiz de Domínguez 245. Fracc. Buenaventura. Ensenada, Baja California. CP 22880. Correo electrónico: lkempii@prodigy.net.mx

***** CUCSUR, UdeG. Gómez Farías 82, San Patricio Melaque, Jalisco. Tel (315)35 5 63 30. Correo electrónico: jtrejo@costera.melaque.udg.mx

Figura 1
Playas recorridas durante las actividades de prospección de 1966 por el personal del Instituto de Investigaciones Biológicas y Pesqueras (hoy INP)



Croquis tomado de Vargas-Molinar (1973).

abundantes de golfina en las playas de Boca de Pascuales (Colima) y el Playón de Mismaloya (Jalisco), al quedar reducidas al mínimo las arribazones de tortuga golfina, en las décadas de 1970-1980, la importancia de esta región fue relegada, ya que se le dio mayor atención a la playa de La Escobilla (Oaxaca) en la que, con grandes inversiones de dinero, tiempo y esfuerzo, se revirtió la tendencia negativa de las poblaciones (Márquez-Millán *et al.*, 1998). En Colima y Jalisco también se han realizado trabajos continuos e importantes en varias playas de anidación por lo que el objetivo de este manuscrito es presentar algunas generalidades de las especies que anidan en esta región, la historia de las actividades de protección, la tendencia de la anidación de tortuga golfina y negra, así como las actividades de educación ambiental, ecoturismo y enlace con las comunidades que se desarrollan cotidianamente en los campamentos. Finalmente se relatan algunas de las nuevas experiencias en la protección de las tortugas marinas en los albores del siglo XXI.

Especies

Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829)). Es la especie de tortuga marina más abundante del mundo (Márquez-Millán, 1990; Limpus, 1995; Valverde y Gates, 1997). La temporada de reproducción se presenta de julio a enero. Las playas

de desove más importantes están ubicadas en Boca de Apiza-Chupadero (Colima) y el Playón de Mismaloya (Jalisco).

Tortuga prieta (*Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)). Esta especie fue capturada en grandes cantidades durante las décadas de los años cincuenta y sesenta, y como consecuencia, la población quedó menguada. La temporada de anidación es en otoño. Las principales playas de desove de esta especie se encuentran en Michoacán (Colola, Maruata, y Motín del Oro), y aunque las hembras anidan esporádicamente en las Islas Revillagigedo (Márquez-Millán, 1990; Hirth, 1997) y en las playas de Colima y Jalisco, se considera que la plataforma continental de esos estados es de tránsito (Delgado-Trejo¹, com. pers.) durante las migraciones que ocurren entre Michoacán y el Golfo de California (Márquez-Millán, 1990).

Tortuga laúd (*Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761)). En la actualidad es el quelonio más grande del mundo y se distribuye en aguas templadas y tropicales. La zona de anidación más importante de esta especie ocurre entre Maruata (Mich.) y el Istmo de Tehuantepec (Oaxaca). Antes de 1980 anidaban con cierta cons-

1. MC. Carlos Delgado-Trejo. Investigador de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

tancia de 10 a 20 individuos por noche, durante la luna nueva, entre octubre y abril, en las playas de Colima (Márquez-Millán *et al.*, 1981), pero hoy en día su número se ha reducido a unos cuantos al año.

Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)). La presencia de tortugas adultas de esta especie es esporádica; anida en las islas mexicanas del Pacífico, como las Revillagigedo y en números muy reducidos en territorio continental, aunque se han observado individuos juveniles y subadultos alimentándose en las zonas rocosas y en las áreas arrecifales de Colima (Hernández-Prado², com. pers.) y Jalisco, como se pudo constatar con la presencia de tortugas juveniles disecadas y productos de carey en el mercado de artesanías de ambos estados (Márquez-Millán, com. pers.).

Uso comercial

En México las tortugas marinas fueron explotadas libremente antes de la década de los setenta; la producción se registró con los siguientes conceptos: tortuga fresca (viva), tortuga seca (carne seca), caguama, golfina fresca (viva), seca (carne seca), piel (principalmente de golfina), aceite, grasa, carapacho (varias especies), carey (generalmente disecadas) y *penca* de carey (escudos). Estas categorías resultan confusas, pero según el lugar de origen es posible identificar la especie correspondiente.

La información publicada sobre el tema es escasa, Montoya (1967) concentró los datos existentes sobre la comercialización de carne fresca, seca y aceite de tortuga marina de todo el país entre 1940 y 1964; sin embargo, el autor sólo menciona las categorías de *tortuga blanca* y *caguama*, aunque por las cantidades registradas en Jalisco y Colima es probable que la mayor parte se refiera a tortuga golfina, ya que la *C. mydas* es más escasa en estos estados. Márquez-Millán (1976a) en un estudio que abarca el periodo comprendido entre 1948 y 1973, informa que en Jalisco y Colima la mayor parte de la captura comercial estuvo formada por tortuga golfina y que en las estadísticas no se menciona la tortuga prieta, debido quizá a que su captura fue inferior a 10%.

La producción registrada de carne de tortuga en ambos estados antes de 1960 era menor a 50 t, mientras que entre 1960 y 1964 alcanzó las 200 t. Y, si bien la cantidad reportada en Colima y Jalisco fue similar, en este último estado el valor económico fue diez veces mayor (Fig. 2 a y b).

En Colima el aceite de tortuga fue registrado esporádicamente entre 1946 y 1958 (Fig. 2c); en ese periodo la producción fue menor a 100 kg, mientras que en los seis años posteriores se duplicó, excepto en 1964 cuando alcanzó casi 900 kg. Por otro lado, el valor de este producto presentó grandes altibajos. En Jalisco, los reportes fueron aún más escasos que en Colima (Fig. 2d), pero los pocos datos existentes muestran que se superaron los 150 kilogramos.

La producción de carne y aceite después de 1964 no aparece en las estadísticas oficiales, pero es probable que haya continuado la tendencia positiva hasta 1967, cuando la explotación de tortuga marina en el país alcanzó su punto más alto (Márquez-Millán, 1996). A partir de ese mismo año empezó un decremento acelerado. Márquez-Millán (1976a) informó que la captura anual promedio obtenida en Jalisco en el periodo 1963-1970 fue de 327 t; en 1968 se alcanzó la captura máxima (467 t) mientras que entre 1969 y 1970 sólo llegó a las 45 t; este autor también señala que desde mediados de 1971 hasta finales de 1972 se decretó veda total a la explotación de tortugas marinas, con el propósito de organizar la pesquería, por lo que en esos dos años no hubo información sobre la captura; no obstante, una vez pasada la veda, alcanzó las 650 t. En Colima la situación fue similar, ya que entre 1963 y 1970 se registraron 287 t en promedio al año; en 1968 se obtuvo la producción máxima (482 t), mientras que en 1969 sólo llegó a las 114 t. En 1973 no hubo datos de captura.

Después de la veda de 1971-1972 una de las primeras medidas tomadas para regular la pesquería fue asignar el recurso en exclusiva a las sociedades cooperativas e instrumentar un sistema de cuotas (Márquez-Millán, 1976a; Márquez-Millán y Villanueva-Osuna, 1982), pero el saqueo de nidos y la captura de hembras disminuyeron la abundancia de las poblaciones a un grado tal que fue necesario decretar la veda total a la explotación de tortuga en 1990 (Márquez-Millán *et al.*, 1996; DOF, 1990).

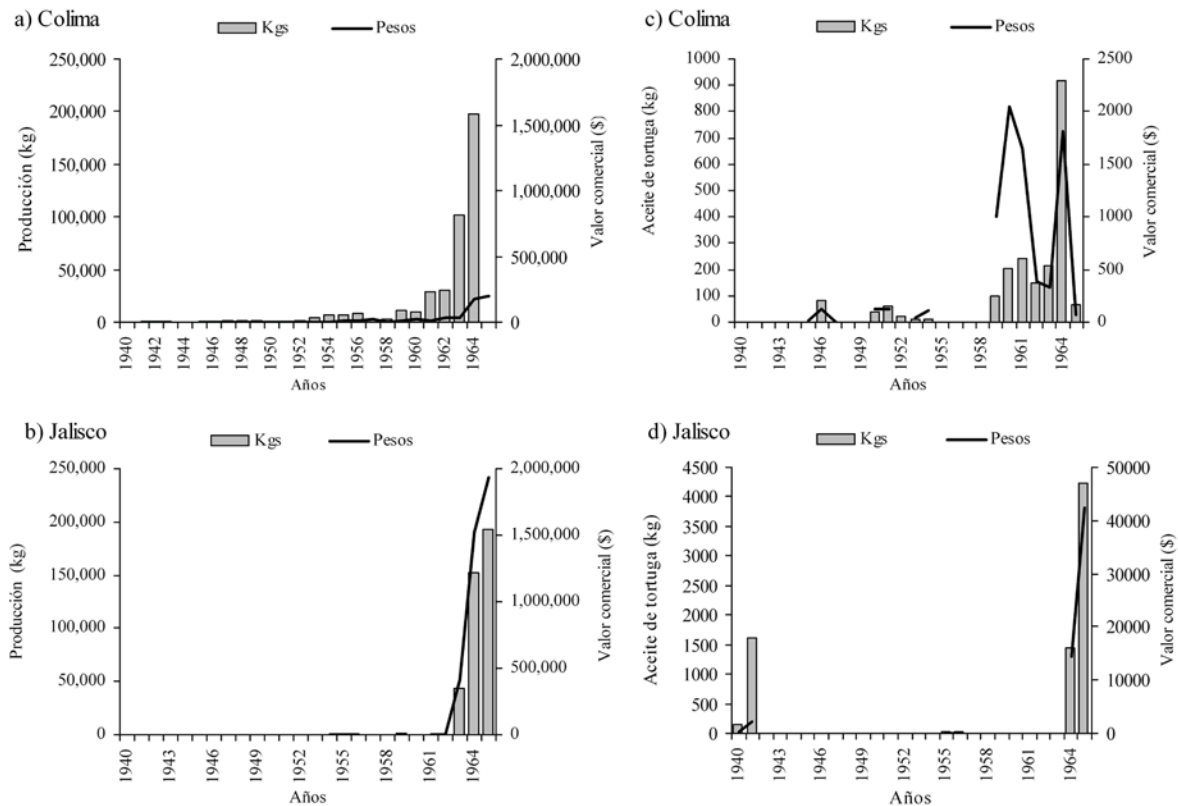
Desafortunadamente, a pesar de las actividades de conservación, la captura ilegal de las tortugas en Jalisco y Colima ha sido constante,³ particularmente en el Playón de Mismaloya. La magnitud de la depredación de huevos y de la matanza de hembras es desconocida; empero, a menudo se hace mención del tráfico de piel hacia los centros peleteros⁴, y cada año aparecen notas en los periódicos locales sobre el con-

2. Fernando Hernández-Prado. Biólogo marino e instructor de buceo en Manzanillo, Colima.

3. Véase trabajo de Trejo *et al.*, en este mismo libro.

4. Véase página 12 del periódico *Público* del 12 de agosto de 2005.

Figura 2
Uso comercial de la carne y aceite, datos recopilados por Montoya (1967)



trabando de huevo⁵. La cobertura de la protección en las playas es variable y depende en gran medida del apoyo de las dependencias oficiales encargadas de la vigilancia, así por ejemplo, en noviembre de 2005, Trejo mencionó que el saqueo de nidos en el campamento La Gloria, en la temporada 2004, representó aproximadamente 27% de la anidación total, pero que al concluir la temporada 2005 llegaría a 40% debido a la disminución de las actividades de vigilancia⁶.

Campamentos de la región y estatus de las playas

En Colima se realizaron trabajos de prospección en la década de los años sesenta (Márquez-Millán, 1965; Montoya *et al.*, 1966). Las playas que fueron identificadas como las más importantes fueron Boca de Apiza, Boca de Pascuales, El Paraíso y Campos.

Las actividades de protección en el litoral de este estado se han llevado a cabo desde la década de los

años sesenta, en campamentos instalados en Boca de Pascuales y Boca de Apiza (Tabla 1). En la década de los setenta estos campamentos operaron intermitentemente, hasta que en los ochenta se iniciaron las actividades en Boca de Apiza-Tecuanillo, dependiente de la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), en la actualidad Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que ha trabajado de manera ininterrumpida desde 1987 hasta 2006. En los ochenta y noventa se instalaron otros campamentos (Tepalcates, Campos, Puerta del Mar y Playa de Oro), dependientes del Instituto Nacional de Ecología (SEDESOL), pero trabajaron sólo pocas temporadas, excepto el de Cuytlán, que desde 1993 está marchando con el apoyo de diversas instancias. A partir de 2002 comenzó a funcionar el campamento de Manzanillo de la Universidad de Colima y desde 2005 el de la gasera Z-Gas en las inmediaciones del canal de Tepalcates (Mpio. de Manzanillo).

En los últimos años comenzaron a trabajar los grupos coadyuvantes de Protección de Tortugas Marinas que, coordinados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), canalizan los esfuerzos de la sociedad civil, particularmente de los habitantes de las comunidades costeras. En 2006 se

5. Véase página 6 de la sección "Comunidad" del periódico Mural del 14 de septiembre de 2006.

6. Véase página 7-B del periódico *El Informador* del 21 de noviembre de 2005.

pretendía que toda la costa de Colima estuviera protegida por estos grupos, además del personal de los campamentos que funcionan tradicionalmente.

En Jalisco la zona de anidación más importante, descubierta en diciembre de 1964 (Márquez-Millán, 1965), es el Playón de Mismaloya. Ahí se presentaban desoves masivos de cientos de miles de individuos (*arribazones*) de tortuga golfina, por lo que fue considerada una de las siete playas más importantes del mundo para esta especie; sin embargo, esta colonia colapsó en las décadas de los sesenta y setenta, como resultado de su explotación sin control, tanto en el mar, como en la playa.

En 1966 se realizaron labores de marcado de hembras en la costa de Jalisco y en 1967 se instaló uno de los primeros campamentos tortugueros del país en el Playón de Mismaloya, dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras (actualmente Instituto Nacional de la Pesca), como lo mencionan Márquez-Millán *et al.* (1990).

La relevancia del litoral jalisciense es de tal magnitud (Márquez-Millán, 1976b) que el Playón de Mismaloya (69 km), playa Teopa (6 km), Cuitzmala (5.9 km) y el Tecuán (7 km) fueron incorporadas en el decreto presidencial que designó las Zonas de Reserva y Sitio de Refugio para Tortugas Marinas (DOF, 1986). Este estatus fue ratificado en el último acuerdo relacionado con el tema (DOF, 2002).

Los campamentos que hoy en día están en funcionamiento iniciaron sus actividades en la década de los ochenta y son financiados por diversas instituciones. La Gloria (coordenadas: 19°56'50" N-105°27'05" O; 19°50'53" N-105°22'6" O) comenzó a operar en 1985, y es dependiente de la Universidad de Guadalajara, mientras que los campamentos de Teopa, Cuitzmala y el Tecuán son manejados por sociedades cooperativas pesqueras y empresas hoteleras privadas (Tabla 2). Por otra parte, desde 1987 se instalaron varios campamentos en Bahía Banderas, tanto en Puerto Vallarta como en Nuevo Vallarta, dependientes del Instituto Nacional de la Pesca⁷, la Universidad de Guadalajara y de Organizaciones No Gubernamentales.

Actividades de protección

En 2005 se instalaron 15 campamentos financiados por el gobierno federal (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT), las universidades de Guadalajara y Colima, comités de vigilancia am-

biental participativa, Z-Gas y el Centro Ecológico de Cuyutlán, El Tortugario. Algunos datos históricos sobre la anidación protegida en estos campamentos se muestran en la *tabla 2*, mientras que la ubicación, especies que anidan en su área y algunas otras características en la *tabla 3*.

En todos los campamentos los huevos se trasplantan a los corrales porque de lo contrario se perderían por depredación o robo. La recolección se hace durante recorridos nocturnos, utilizando vehículos todo terreno, caballos o a pie. El número de recorridos y el horario dependen de la capacidad operativa de cada campamento y de la intensidad de la anidación. En la mayoría de los campamentos más antiguos ha habido una tendencia creciente en el esfuerzo ejercido en la protección, ya sea ampliando la duración de la estancia en la playa, mejorando los métodos de transporte o incrementando el personal, todo ello dependiendo del recurso económico con el que se cuente. Así por ejemplo, en el campamento de Cuyutlán la temporada se extendió de cinco a 8.5 meses en el intervalo 1993-2005 y el número de cuatrimotos de uno a tres, aunque cabe mencionar que en 1993 la motocicleta sólo se utilizó dos meses.

En la mayoría de los campamentos se utilizan mallas negras de jardinería para sombrear la totalidad o una parte del corral. Esta medida se empezó a poner en práctica a partir de la década de los noventa, cuando la mortalidad de los huevos se incrementó como consecuencia de las elevadas temperaturas ambientales; no obstante, aún hay polémica sobre su uso, ya que se aparentemente podría modificar la proporción sexual en las crías.

La cantidad de información recolectada en campo es variable, en algunos casos únicamente se lleva el registro del número de nidos, huevos y crías, mientras que en otros también se mide a las tortugas, se marcan y se anota la ubicación del nido. En La Gloria, por ejemplo, además se efectúan censos matutinos para evaluar la frecuencia de anidación y posteriormente inferir el número de hembras (véase el trabajo de Trejo *et al.*, en este mismo libro).

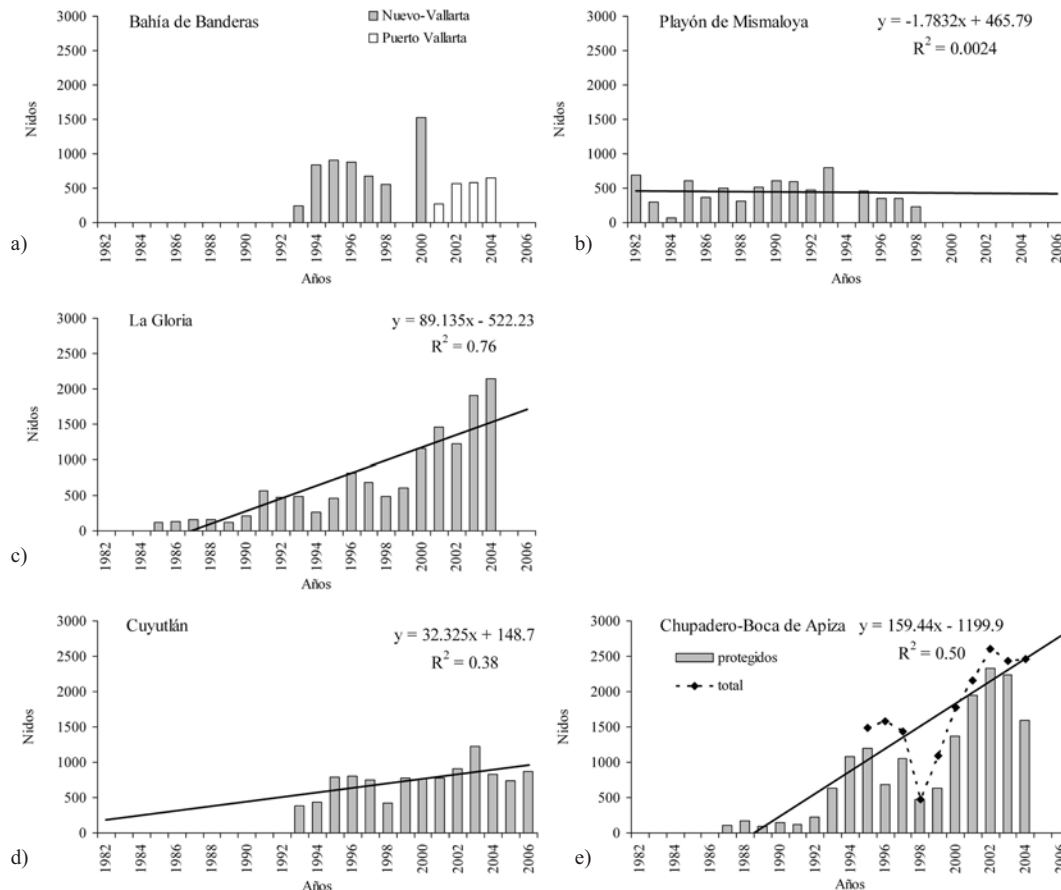
Resultados de la protección en los campamentos de Puerto Vallarta, Playón de Mismaloya, La Gloria, Cuyutlán y Boca de Apiza-Chupadero

El esfuerzo de las actividades de conservación se refleja en el número de nidos totales y protegidos, así como en el porcentaje de eclosión obtenido en cada temporada. Así, en Bahía Banderas, el número de nidos en el campamento de Nuevo Vallarta entre 1993 y 1998 se incrementó en los primeros cuatro años y disminuyó en 1997 y 1998. Entre 2001 y 2004 la tendencia fue creciente (Fig. 3 a).

7. El campamento de Nuevo Vallarta fue transferido del INP a la SEMARNAT en 2001.

Figura 3

Tendencia de la anidación en los campamentos que han trabajado durante más tiempo



Durante el primer periodo las variaciones fueron similares a las mostradas por el campamento de El Verde, ubicado en Sinaloa, las que probablemente son influidas por las fluctuaciones ambientales que ocurren en la desembocadura del Golfo de California (Márquez-Millán *et al.*, 2000).

La anidación en el campamento del Playón de Mismaloya entre 1982 y 1998 muestra amplias variaciones, por lo que no es posible describir alguna tendencia (Fig. 3 b); por otro lado, es probable que sean determinadas por los cambios en el esfuerzo invertido en la protección, particularmente el apoyo económico y el uso de vehículos *todo terreno*.

Los campamentos que han trabajado durante más tiempo y con mayor constancia son El Playón de Mismaloya, La Gloria, Cuyutlán y Chupadero-Boca de Apiza. En los tres últimos casos la anidación ha sido creciente (Figs. 3 c, d y e), aunque también muestra cambios bruscos; éstos podrían ser explicados, al menos en parte, por el saqueo en la playa y en el mar.

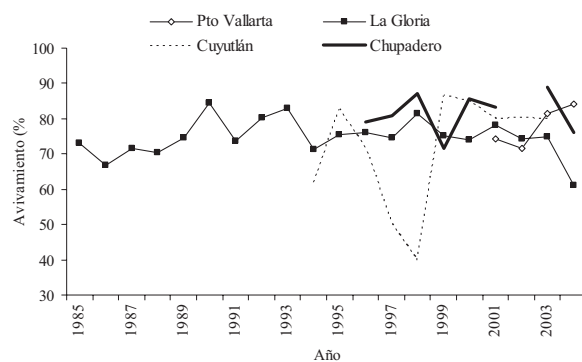
Los datos de los campamentos de La Gloria y Cuyutlán se refieren a nidos protegidos. El robo de

huevo en La Gloria, como ya se mencionó, es elevado. En Cuyutlán, en la década de los noventa, fue en promedio de 13.9%, excepto en 1993 y 1999 cuando alcanzó 20% y 29%, respectivamente. Entre 2000 y 2005 el promedio ha sido de 9.5%. En Boca de Apiza-El Chupadero el porcentaje de depredación entre 1995 y 2004 varió entre 56% (1996) y 9.7% (2001). En la *figura 3e* se aprecia la diferencia entre los nidos protegidos y totales.

Otro factor que puede influir en la abundancia de la anidación es la presencia de eventos meteorológicos globales. En gran cantidad de los campamentos del Pacífico dedicados a la protección de golfina disminuyó el número de nidos durante el evento de El Niño ocurrido entre 1997 y 1998 (Briseño⁸, com. pers.; Jiménez-Quiroz *et al.*, 1999), como también ocurrió en los campamentos analizados en este tra-

8. M.C. Raquel Briseño. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM. Unidad Mazatlán.

Figura 4
Variaciones en la eclosión de huevos en la región



bajo, ubicados a todo lo largo de la costa de Jalisco y Colima.

El éxito de la eclosión en cuatro campamentos ha sido muy heterogéneo (Fig. 4), aunque con excepción de Cuyutlán, ha sido superior a 60%. La semejanza de las variaciones entre La Gloria y el Chupadero sugiere que están relacionadas con cambios ambientales de escala sinóptica en la costa occidental de México, pero será necesario hacer estudios sobre el tema.

En Cuyutlán el decremento registrado en 1997 y 1998 en la eclosión de las crías, posiblemente estuvo determinado por las dificultades operativas, ya que en la mayor parte de la temporada los recorridos se realizaron a pie, lo que pudo haber reducido la viabilidad de los huevos.

Otras actividades relacionadas con la protección de las tortugas marinas en las playas

Educación ambiental. En la mayoría de los campamentos se realizan programas relacionados con el tema (La Gloria⁹, Cuyutlán), dirigidos a estudiantes de varios grados (educación básica y media) o se imparten pláticas en las escuelas y a la comunidad (Manzanillo). Los responsables del tortugario de Cuyutlán han realizado esfuerzos importantes para incluir este tema en la matrícula de la educación básica. En La Gloria, Manzanillo y Cuyutlán también se desarrollan proyectos de investigación con estudiantes de licenciatura y postgrado.

Participación comunitaria. Algunos miembros de las comunidades ribereñas han apoyado los esfuer-

9. Véase la estructura de "La semana de la tortuga" que se desarrolla en La Gloria en el trabajo de Trejo *et al.* en este mismo libro.

Figura 5
Instalaciones del Centro Ecológico de Cuyutlán "El Tortugario"



Fotografías de María de la Cruz Rivera y John Frost (proporcionada por Don Adams: <http://www.headformexico.com/tortugario-welcome.html>.)

zos de protección. En Colima se han instrumentado cinco comités de Vigilancia Ambiental Participativa ubicados en Tecuanillo, El Real, Cuyutlán, Salahuá/Universidad y Playa de Cocos, que contribuyen en el patrullaje, la colecta y la incubación de nidadas. Algunas sociedades cooperativas de Producción Pesquera también están colaborando en estas actividades, como ocurre en playa del Coco y Majahuas. En La Gloria, la Sociedad Cooperativa de La Cruz de Loreto ha participado desde 1997 en estos trabajos, en coordinación con la Universidad de Guadalajara.

Turismo. El ecoturismo está considerado como una opción económica viable que pueden desarrollar las comunidades ribereñas. En algunos estados del país (como Nayarit) se han construido campamentos que cobran cuotas a los turistas que desean colaborar

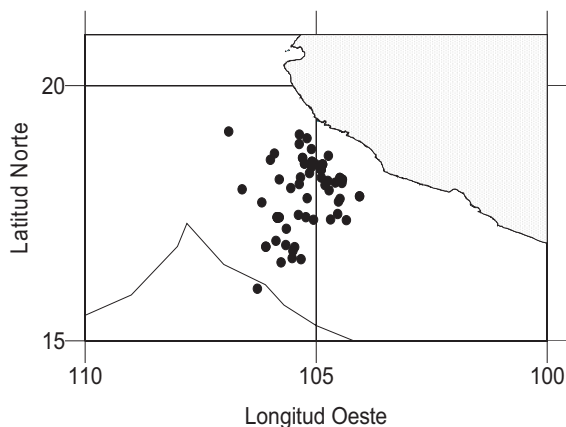
en la protección. En la costa de Jalisco y Colima se han realizado esfuerzos en este sentido, pero son relativamente recientes.

En Jalisco varios hoteles de Gran Turismo (Los Ángeles Locos y Cuitzmala, por ejemplo) mantienen corrales de incubación que les sirven de atractivo y que de alguna manera difunden los trabajos de conservación hacia un sector de la sociedad.

El Centro Ecológico de Cuyutlán, El Tortugario (Fig. 5), constituye un ejemplo muy particular porque desarrolla actividades de conservación e investigación sobre tortugas marinas y otros reptiles (cocodrilos e iguanas), mediante corrales de incubación, además tiene áreas de exhibición y de esparcimiento, y ofrece paseos educativos, en lancha en un área de manglares en la laguna de Cuyutlán.

Figura 6

Posición de inicio de los lances de pesca realizados con palangre de deriva en que se capturaron tortugas marinas durante los periodos marzo de 2003-febrero de 2004 y marzo de 2004-marzo de 2005



Tomado de Santana-Hernández *et al.* (2005).

Actividades de investigación realizadas en la zona pelágica

En 2003 el personal del proyecto de Tecnología de Capturas del CRIP-Manzanillo (Santana-Hernández *et al.*, 2005), inició un proyecto para aminorar la captura incidental de tortugas marinas que ocurre en los palangres que utiliza la flota tiburonera de mediana altura con sede en Manzanillo, Colima. Aunque el proyecto se dirigió a experimentar con diferentes carnadas y tipos de anzuelos, también ha proporcionado información sobre las tortugas en el ambiente pelágico, porque esta flota opera a distancias mayores a las 50 mn de la costa. Se retuvieron 67 tortugas, la mayo-

ría de las cuales fue de ejemplares de *Lepidochelys olivacea*, aunque en el periodo de muestreo 2003-2004 también se capturaron individuos de *Chelonia mydas* (8) y *Dermochelys coriacea* (1). Cabe mencionar que todos los organismos fueron liberados vivos.

La proporción hembra:macho de la tortuga golfina fue de 5.5:1 y 2.7:1, respectivamente, y la mayoría de los individuos eran adultos. Las tortugas negras se obtuvieron en la zona oceánica y una elevada proporción era juvenil y subadulto. La pesca incidental de las tortugas fue mayor entre marzo y abril, probablemente como resultado de los movimientos migratorios de los organismos; y durante el verano, cuando los individuos se estaban aproximando a las playas de Jalisco y Colima para desovar y la flota tiburonera realizaba sus actividades más cerca de la costa, para protegerse durante el paso de las tormentas y huracanes.

Por otro lado, el experimento realizado con tres tipos de anzuelos mostró que el tipo circular se traba en la mandíbula y no en la parte profunda de la garganta, lo que permite liberar a las tortugas con daños menores, y favorece su supervivencia.

Discusión

Las anidaciones y las arribazones en La Escobilla, Oaxaca, se han incrementado casi exponencialmente desde 1990, lo que se considera un indicio de la recuperación de esta colonia (Márquez-Millán *et al.*, 1996, 1998); sin embargo, aunque en los campamentos de Colima y Jalisco se ha detectado un crecimiento significativo en la anidación, aún no es posible considerar que las colonias se estén restaurando, debido a que en este último estado las actividades ilegales siguen siendo intensas y los trabajos de conservación han presentado grandes variaciones en el esfuerzo y el apoyo (oficial y privado), como se indica más adelante.

En Colima dos campamentos han trabajado por más de 10 años (Boca de Apiza-Chupadero y Cuyutlán), mientras que otros han sido eventuales o más recientes. La operación de estos campamentos ha dependido de la capacidad para financiarlos. En los primeros años de la década de los ochenta, la SEDUE, y después en la década de los noventa el Instituto Nacional de Ecología, apoyado con un préstamo del Banco Mundial, llegaron a instalar hasta 30 campamentos en todo el país (Anónimo, 1999); cuando este programa de colaboración terminó, se buscaron diversas estrategias para continuar las actividades de conservación, en algunos casos las instalaciones se transfirieron a los municipios (como el de Cuyutlán al de Armería) o se organizaron patronatos de apoyo formados por grandes empresas (Cementos Apasco,

Administración Portuaria Integral, etc.) y fueron absorbidos por la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT y posteriormente transferidos a la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP). Las universidades también han apoyado en diversos grados la instalación de campamentos; así, la de Guadaluajara cuenta con programas bien establecidos, mientras que la de Colima aún esta tratando de iniciar sus actividades, por lo que el apoyo ha consistido en el salario de los profesores encargados y en la convocatoria de voluntarios, mientras que el dinero ha sido aportado por diversas instancias (véase el trabajo de Quijano *et al.* en este libro); empero, por dificultades financieras el campamento de Manzanillo no operó en la temporada 2006.

En 2005 la Delegación de la SEMARNAT en Colima inició esfuerzos para organizar a todas las instituciones y personas involucradas en el tema. En 2006 estos trabajos han continuado y se pretende establecer talleres para estandarizar los métodos de trabajo, la colecta de información y diseñar estrategias comunes de investigación tanto en la playa,¹⁰ como en la zona pelágica (nerítica y oceánica), una región muy olvidada.

En Jalisco la situación es similar, aunque complicada por la extensión de la costa y la incapacidad de protegerla por parte de las instituciones encargadas de esta función. Existen grupos de personas que constantemente capturan tortugas, con la finalidad de aprovechar la carne, las pieles y el huevo, lo que dificulta las labores de los encargados de los campamentos e incluso ha implicado algunos riesgos para su seguridad personal, aunque no al grado de lo que ocurre en otros estados, como Michoacán y Guerrero.

Agradecimientos

Las actividades de protección en la costa de Colima y Jalisco han sido el resultado del esfuerzo de gran cantidad de personas e instituciones. Este documento menciona de manera muy somera a la gran cantidad de ciudadanos, voluntarios e investigadores que han trabajado en esta región, así como a entidades civiles y comerciales que de una u otra manera han favorecido el desarrollo de estas actividades.

Referencias bibliográficas

- ANÓNIMO. 1999. *Informe del Programa Nacional de Tortugas Marinas*. SEMARNAT-INE. México. 25p.
- CASAS-ANDREU, G. 1978. Análisis de la anidación de las tortugas marinas del género *Lepidochelys* en México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, 5(1):141-157.
- BRISENO-DUEÑAS, R. y F. A. Abreu-Grobois. 1994. *Las tortugas marinas y sus playas de anidación*. Informe final del proyecto P066. UNAM, CONABIO. Versión electrónica disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfP066.pdf>
- DOF. 1986. Decreto por el que se determinan como Zonas de Reserva y Sitios de Refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, los lugares donde anida y desovan dichas especies. *Diario Oficial de la Federación*. México, octubre 29, 1986.
- DOF. 1990. Acuerdo por el que se establece veda total para todas las especies y subespecies de tortugas marinas en aguas de jurisdicción nacional de los litorales del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe. *Diario Oficial de la Federación*, México, mayo 31, 1990.
- DOF. 2002. Acuerdo por el que se determinan como áreas naturales protegidas, con la categoría de santuarios, a las zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, ubicadas en los estados de Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán, identificadas en el decreto publicado el 29 de octubre de 1986. *Diario Oficial de la Federación*, México, Julio 16, 2002.
- HIRTH, H.F. 1997. *Synopsis of the biological data on the green turtle Chelonia mydas (Linnaeus 1758)*. Biological Report 97(1). Fish and Wildlife Service. Departamento del Interior de Estados Unidos. 120p.
- JIMÉNEZ-QUIROZ, M.C., D. Ríos-Olmeda, C. Delgado, R. Márquez-Millán y N. Barajas-Campuzano. 1999. Relación entre El Niño-La Niña y la anidación de las tortuga golfinia y negra. *Resúmenes XVI Encuentro Interuniversitario para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Acapulco, Gro. 35p.
- LIMPUS, C.J. 1995. Global overview of the status of marine turtles: a 1995 viewpoint. En: K.A. Bjorndal (ed.). *Biology and conservation of sea turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, pp. 605-609.
- MÁRQUEZ-MILLÁN, R. 1965. Algunas observaciones sobre las tortugas marinas de importancia comercial en México. Contribución del INIBP. *II Congreso Nacional de Oceanografía*. Marzo 1965, Ensenada, BC, 22p.
- MÁRQUEZ-MILLÁN, R. 1976a. *Estado actual de la pesquería de tortugas marinas en México, 1974*. Instituto Nacional de la Pesca, INP/SI 46. 27p.
- MÁRQUEZ-MILLÁN, R. 1976b. *Reservas Naturales para la conservación de las tortugas marinas en México*. Instituto Nacional de la Pesca, INP/SI 83. 22p.
- MÁRQUEZ-MILLÁN, R. 1990. *Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date*. FAO Species Catalogue. Vol. 11. FAO Fisheries Synopsis, 125, 81p.
- MÁRQUEZ-MILLÁN, R. 1996. *Las tortugas marinas y nuestro tiempo*. Fondo de Cultura Económica, México. 200p.
- MÁRQUEZ-MILLÁN, R. y M.C. Jiménez-Quiroz. 2006. Programa Nacional de Tortugas Marinas. En: P. Guzmán-Amaya y D.F. Fuentes-Castellanos. *Pesca, acuacultura e investigación en México*. Comisión de Pesca. Cámara de Diputados. LIX Legislatura- Congreso de la Unión, México. pp. 341-360.
- MÁRQUEZ-MILLÁN, R., M.C. Jiménez y M.A. Carrasco. 2000. *Programa Nacional de Investigación y Manejo de Tortugas Marinas del*

10. Tania Román. Delegación SEMARNAT-Colima.

- INP. *Informe técnico anual 1999*. Informe interno. CRIP-Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca. Manzanillo, Col. 54p.
- MÁRQUEZ-MILLÁN R., M.C. Jiménez, M.A. Carrasco y N.A. Villanueva. 1998. Comentarios acerca de las tendencias poblacionales de las tortugas marinas del género *Lepidochelys* después de la veda total de 1990. *Océánides*, 13(1):41-62.
- MÁRQUEZ-MILLÁN R., C. Peñaflores-Salazar y J. Vasconcelos-Pérez. 1996. Las tortugas oliváceas (*Lepidochelys olivacea*) muestran señales de recuperación en la Escobilla, Oaxaca. *Noticiero de Tortugas Marinas*, 73:5-8.
- MÁRQUEZ-MILLÁN R., J. Vasconcelos-Pérez y C. Peñaflores-Salazar. 1990. *xxv Años de Investigación, conservación y protección de la tortuga marina*. Instituto Nacional de la Pesca-Secretaría de Pesca, México, 48p.
- MÁRQUEZ-MILLÁN R. y A. Villanueva-Osuna. 1982. Situación actual y recomendaciones para el manejo de las tortugas marinas de la costa occidental mexicana, en especial la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea*. *Ciencia Pesquera*, 3:83-91.
- Márquez, R., A. Villanueva y C. Peñaflores. 1976. *Sinopsis de datos biológicos sobre la tortuga golfina* *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz. 1829). INP Sinopsis sobre la Pesca, 2. INP/SL. SAST-Tortuga Golfina, 61p.
- MÁRQUEZ-MILLÁN R., A. Villanueva-Osuna y C. Peñaflores. 1981. Anidación de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea schlegelii*) en el Pacífico Mexicano. *Ciencia Pesquera*, 1:45-52.
- MONTOYA, A.E. 1967. Recopilación de los datos del valor y la captura anual de tortugas marinas en el período 1940-1965. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras. sic. *Boletín del Programa Nacional de Tortugas Marinas*, 1(8):1-38.
- MONTOYA, A.E., I.E. Reyna y J.H. Páez-Barrera. 1966. *Marco de tortugas en el Pacífico Mexicano*. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras. sic. *Boletín del Programa Nacional de Tortugas Marinas*, 1(4):1-8.
- SANTANA-HERNÁNDEZ, H., J.J. Váldez-Flores y M.C. Jiménez-Quiróz. 2005. *Captura incidental de tortugas marinas en palangres de deriva dirigidos a la pesca de tiburón, en embarcaciones de mediana altura del puerto de Manzanillo: periodo 2003-2005*. Informe interno. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo-INP, Manzanillo, Col. 24p.
- VARGAS-MOLINAR, E. 1973. *Resultados preliminares del marcado de tortugas marinas en aguas mexicanas (1966-1970)*. INP-Subsecretaría de Pesca-sic. México. 30p.
- VALVERDE, R. y C.A. Gates, 1997. Population surveys on mass nesting beaches. En: K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu y M. Donnelly (eds.). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, 4. pp. 56-60.

Tabla 1
Cronología de la instalación de campamentos

Campamento	1960				1970									1980									1990									2000									
	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	
B. de Apiza ¹																																									
B. de Pascuales ¹																																									
Cuyutlán ¹																																									
Tepalcates ¹																																									
Puerta del Mar																																									
Manzanillo ¹																																									
Playa de Oro ¹																																									
Chamela ²																																									
La Gloria ²																																									
Mismaloya ²																																									
Tehuamixtle ²																																									
Puerto Vallarta ²																																									

Fuente: Adaptado de Márquez-Millán *et al.* (1990). ¹ Colima; ² Jalisco.

Tabla 2
Anidación en campamentos que han trabajado por periodos cortos o con interrupciones,
con excepción de La Gloria

<i>Año</i>	<i>Puerto Vallarta</i> <i>UdeG-ONG</i>	<i>Nuevo Vallarta,</i> <i>Nay. INP</i>	<i>Majahuas</i> <i>UdeG.</i>	<i>Chalcatépec</i> <i>INE</i>	<i>Playón de Mismaloya,</i> <i>Jal.</i> <i>UdeG (hasta 1991),</i> <i>SEDUE</i>	<i>La Gloria, Jal.</i> <i>UdeG.</i>	<i>Cutzamala, Jal.</i>	<i>Teapa, Jal</i> <i>PNMITM</i>	<i>Cocos, Jal., ONG,</i> <i>UdeG, Ayla.</i> <i>Cihuatlán</i>	<i>Hotel Ángeles Locos,</i> <i>Jal.</i>	<i>Playa de Oro, Col.,</i> <i>SEDUE</i>	<i>Campes, Col. (incluye</i> <i>al Volantín. SEDUE)</i>	<i>Pta. del Mar, Col.</i>	<i>Comités de vigilancia</i> <i>ambiental participativa</i> <i>El Real y Cocos</i>
1982					690									
1983					295									
1984					65									
1985					610	117								
1986					360	135								
1987					500	159								
1988					315	154								
1989					511	113								
1990			361	566	609	210								
1991			550	250	592	560	328							
1992					471	472			150					
1993		246	470	658	799	490	339	90				72	87	
1994		835				261						102		
1995		903	1067	713	455	457	420			8	300	162		
1996		882		502	347	816								
1997		680	852	343	352	685								
1998		559			232	482								
1999						600	370							
2000		1,523				1,163								
2001	275					1,425			200					
2002	565					1,227			197					
2003	585					1,906			200					778
2004	652					2,248			285					

Se incluyen las instituciones responsables de las actividades del campamento en las temporadas en las que se generaron los datos.

Tabla 3
Características de los campamentos instalados en Jalisco y Colima

Playa	Municipio	Coordenadas	Período	Español (s)	Estatus de la playa	Extensión protegida (km)	Instituciones	Actividades
Nayarit (Bahía Banderas)								
Nuevo Vallarta	Compostela	(10 km)		Lo			U de G, ONG	Protección, Investigación, Educación Ambiental
Jalisco								
Vallarta	Puerto Vallarta			Lo		10 (1994)* 26 (2004)	U de G, ONG	Protección, Investigación, Educación Ambiental
Mismaloya	Tomatlán	Entre Ipala (20°14' 00" N y 105°36' 00" O) y Roca Negra (19° 40' 00" N y 105° 15' 00" O (10 km)			Reserva, 1986 Santuario, 2002	69	CONANP	Protección
La Gloria	Tomatlán	19° 56'50"-105°27'05"; 19°50'53"-105°22'6"		Lo, Dc, Cm	Reserva (parte de Mismaloya)	15	Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras Cucur-U de G	Protección, Investigación, Educación Ambiental, Ecoturismo, Participación comunitaria
Majahuas	Tomatlán	19° 50'53"-105° 22'06" 19°47'08"-105°19'		Lo	Reserva (parte de Mismaloya)	10	Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Roca Negra"	Protección
Chalacatepec o Cruz de Loreto Teopa	Tomatlán	19°43'8"-105°17'29"-19°37'21" 105°12'3"	Julio a diciembre	Lo	Reserva (parte de Mismaloya)	12, 5,9	CONANP-SEMARNAT	Protección
		Entre Punta Careyes en el punto de coordenadas geográficas 19°25'51"N, 105°01'49"O y punta Farallón localizada en el punto de coordenadas geográficas 19°23'48"N, 105°01'51"O. (6 km)		Lo	Reserva, 1986 Santuario, 2002	6	Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera	Protección
Cuitzmala		Entre Punta Farallón en el punto de coordenadas geográficas 19°23'43"N, 105°01'51"O y la desembocadura del Río Cuitzmala en el punto de coordenadas geográficas 19°21'42"N, 104°59'43"O. (5.9 km)		Lo	Reserva, 1986 Santuario, 2002	5,9	Hotel	Protección
El Tecuán	La Huerta	Entre punta El Tecuán y Punta Hermanos 19°18'17" 104°56'8"-19°16'34" 104°52'22"		Lo	Reserva, 1986 Santuario, 2002	7	Hotel	Protección

Playa	Municipio	Coordenadas	Período	Espécie (s)	Estatus de la playa	Extensión protegida (km)	Instituciones	Actividades
Colima								
Playa Cocos	Manzanillo	Límite con Jalisco-Playa de Oro		Lo		10	Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras Cucur-UDEG, Grupos coadyuvantes para la protección de tortugas marinas	Protección, Participación comunitaria
Manzanillo	Manzanillo	Playa de Oro, Playa Salahua y Playa Campos		Lo, Dc, Cm		26 (2004)	Comité de vigilancia ambiental participativa Salahua/Universidad	Protección, Investigación, Educación Ambiental, Ecoturismo, Participación comunitaria
Z-Gas	Manzanillo	Playa Tepalcates		Lo,			Z-Gas	Protección
Cuyutlán	Armería	18°51'84" N-103°58'19"O y 104°15'50" N-104°15'50"O.	1/ago.-31/dic./1993 1/jun.-31/dic. de 1994, 1995, 1996, 1998, 1999 1/mayo-31 dic./1997 1/mayo-15/ene. 2001, 2003, 2004, 2005 Julio a diciembre	Lo, Dc, Cm		30 (2004)	UMA-Centro Ecológico de Cuyutlán, El Tortugario	Protección, Investigación, Educación Ambiental, Ecoturismo, Participación comunitaria
El Chupadero	Tecomán	18° 45' 15" N - 103° 48' 30" O		Lo, Cm, Dc		26 (2004)	SEMARNAT	Protección, Investigación, Educación Ambiental, Ecoturismo, Participación comunitaria
Boca de Apiza	Tecomán	18°41'30" N- 103°47'30" O 18°41'30" N -103°44'30" O		Lo, Cm, Dc		16		

Claves: Lo: *Lepidochelys olivacea*, Cm: *Chelonia mydas*; Dc: *Dermochelys coriacea*
Fuente: Briseño-Dueñas y Abreu-Grobois, 1994.